abc dell'hifi

Per capire l'alta fedeltà.
Tutti i problemi spiegati in ordine alfabetico.
Un libro indispensabile per chi é agli inizi.

John Earl

CESCO
CIAPANNA
EDITORE

John Earl

ABC DELL'HIFI

è un libro

Indice

Prefazione

Molti appassionati, particolarmente i principianti, sentono spesso la necessità di una rapida spiegazione concernente un termine hi-fi o una particolare tecnica. Questo libro è stato scritto per soddisfare questo specifico bisogno. È un libro pratico il cui scopo è quello di presentare l'informazione nel modo più immediato possibile per la media degli appassionati di alta fedeltà, per l'esperto il cui compito è quello di rispondere ad ogni domanda particolare e infine per lo studente di hi-fi.

Il libro è diviso in specifici argomenti hi-fi, inclusa la quadrifonia, le cui voci sono presentate in ordine alfabetico. L'ampia materia che ne costituisce il soggetto è esposta in sette capitoli ed è naturalmente possibile che un riferimento appaia in più di un capitolo. La voce « distorsione » ne è un tipico esempio dal momento che questa aberrazione può virtualmente comparire in ogni punto della catena hi-fi, dal microfono all'altoparlante.

Sebbene queste interferenze tra capitoli si incontrino quando necessario, ogni capitolo è sostanzialmente completo in se stesso, in modo che se è richiesta la spiegazione di un termine o di una tecnica concernente, per esempio, gli amplificatori essa si troverà appunto nel capitolo che tratta dell'amplificatore.

Disegni e fotografie hanno lo scopo di chiarire meglio i punti di dettaglio e la presentazione generale segue quella degli altri libri di *John Earl.*

I miei ringraziamenti vanno ancora una volta a mio genero Alan per l'aiuto datomi nel puntualizzare utili termini e per la realizzazione di alcuni disegni. Egli sta crescendo rapidamente nel campo dell'hi-fi e, ci crediate o no, sta cominciando a spiegare *a me* una o due cosette!

1975 *John Earl*

I. Amplificatori

ADATTAMENTO

Questo termine, che nel gergo hi-fi si riferisce in generale all'accoppiamento di un amplificatore con gli altoparlanti e con le sorgenti di programma è raramente usato in modo corretto.

Adattamento degli altoparlanti

Quasi tutti gli amplificatori potranno essere abbinati con altoparlanti la cui bobina ha un'impedenza da 8 a 16 Ohm senza inconvenienti; molti potranno pilotare altoparlanti con impedenza da 4 a 16 Ohm. A causa della loro bassa resistenza interna gli amplificatori hi-fi sono essenzialmente apparecchi a tensione costante.

Si consideri un amplificatore capace di erogare 20 V r.m.s. su 8 Ohm. Dal momento che la potenza in Watt è uguale alla tensione r.m.s. elevata al quadrato, diviso per il carico in Ohm, un simile amplificatore erogherà 50 Watt su 8 Ohm. Mantenendo costante la tensione, la potenza su un carico di 16 Ohm scenderà a 25 W, mentre con un carico di 4 Ohm salirà a 100 W.

Così, mentre tutti i tipi di carico si « adattano » all'amplificatore, quello di impedenza più bassa ne estrarrà la potenza maggiore. Questo è il principio generale, ma in pratica la tensione sul carico tende a salire leggermente con l'aumentare del valore

del carico stesso e a scendere con il diminuire di esso, in modo che intervengono ulteriori modificazioni nel valore della potenza erogata.

La corrente (r.m.s.) che circola attraverso il carico è uguale alla tensione r.m.s. diviso la resistenza o impedenza di carico. Nell'esempio citato la corrente a 16 Ohm sarà circa 1,25 A, a 8 Ohm circa 2,5 A e a 4 Ohm circa 5 A. Dal momento che i transistors finali di potenza di tutti gli amplificatori non sono in grado di sopportare l'elevata corrente a 4 Ohm, vi può essere qualche restrizione circa il carico minimo da impiegare, per esempio 8 Ohm.

Se venisse collegato all'amplificatore un carico di 4 Ohm, entrerebbe in operazione il circuito di protezione oppure si fonderebbe un fusibile: in entrambi i casi l'alimentazione dell'amplificatore cessa immediatamente. In assenza di dispositivi di protezione o di fusibile, l'amplificatore, in caso di collegamento ad un carico troppo basso, potrebbe ricevere danni nei transistors finali. Vedi *Protezione.*

Adattamento alle sorgenti

Il fattore più importante da tenere presente quando si collega all'amplificatore una sorgente di programma è che il segnale da questa proveniente non sia eccessivamente differente rispetto alla sensibilità del corrispondente ingresso dell'amplificatore. Non è necessario che l'impedenza di uscita della sorgente e quella di ingresso dell'amplificatore siano strettamente identiche.

Una impedenza di uscita della sorgente minore di quella di ingresso dell'amplificatore può essere più consigliabile dal momento che ciò riduce l'attenuazione nel segnale causata dall'accoppiamento delle capacità dei cavetti di collegamento. D'altro canto, alcune sorgenti, particolarmente i pick-up magnetici (ed anche quelli piezoelettrici) sono piuttosto sensibili all'impedenza di ingresso degli amplificatori sebbene questi ultimi siano progettati per il miglior adattamento.

Per esempio, la maggior parte dei pick-up magnetici richiede una impedenza di ingresso dell'amplificatore di circa 47-50 kOhm. Un carico minore potrebbe attenuare le alte frequenze, mentre un'impedenza maggiore potrebbe esaltarle in modo innaturale. Vedi anche *Livelli del segnale.*

AMPLIFICATORE

Un amplificatore è un apparecchio elettronico che impiega valvole o transistors e che fornisce l'amplificazione di un segnale proveniente da una sorgente introdotta all'ingresso. Un amplificatore hi-fi, considerato come un insieme integrato, è composto da vari stadi di amplificazione ciascuno dei quali può essere correttamente definito un amplificatore. Questi stadi, in numero più o meno grande, sono collegati tra loro a cascata o in altri modi per fornire il fattore di amplificazione complessivo richiesto. Gli stadi possono essere anche progettati per elaborare il segnale da amplificare in termini di risposta in frequenza, tensione del segnale e sua potenza.

Fattore di amplificazione

Il fattore di amplificazione può essere espresso sia direttamente sia in decibel. Se per esempio si ottiene un'uscita di 1 Volt quando si applica all'ingresso una tensione di 100 mV, allora il fattore di amplificazione sarà 10 (1/0×1). Espresso in decibel (dB) un fattore di tensione di 10:1 equivale a 20 dB ($dB = 20 \log_{10} V_{in}/V_{out}$).

Comunque tutto ciò è esatto solo quando le impedenze di ingresso e di uscita sono eguali. Occorre una correzione quando l'impedenza d'uscita è differente da quella di ingresso, dal momento che l'impedenza (simbolo Z) definisce la *potenza* in un determinato carico riferita ad una specifica tensione del segnale che lo attraversa.

Il fattore di amplificazione complessivo di due o più stadi è eguale al prodotto dei fattori di amplificazione parziali espressi direttamente o alla somma dei fattori parziali espressi in dB. Per esempio, tre stadi ciascuno con una fattore di amplificazione di 10:1 (cioè 20 dB) daranno una amplificazione complessiva di $10 \times 10 \times 10$, o 10^3, o 1000:1, comunque vogliate esprimervi, oppure di 20 dB + 20 dB + 20 dB, vale a dire 60 dB.

Amplificatore di tensione

Un amplificatore hi-fi è composto da stadi di amplificazione

della tensione e da uno stadio di amplificazione di potenza. La potenza a dire il vero deve essere amplificata in entrambi i tipi di stadio dal momento che il segnale su un carico deve constare di tensione e di corrente, il cui prodotto è uguale appunto alla potenza, ma il termine *amplificatore di tensione* è comunque impiegato per designare i primi stadi dell'amplificatore nei quali le piccole tensioni applicate all'ingresso, provenienti, per esempio, da un fonorivelatore, dalla testina di un registratore, da un sintonizzatore, etc., sono amplificate fino al livello richiesto per pilotare l'amplificatore di potenza che a sua volta piloterà l'altoparlante. Questi (a meno che non sia del tipo elettrostatico) abbisogna esso stesso di potenza per poter produrre energia acustica.

Il termine amplificazione di tensione ci viene dall'era delle valvole. Con l'avvento dei transistors il termine *amplificazione* di corrente è più appropriato, dal momento che i transistors hanno generalmente impedenze di ingresso minori di quelle delle valvole e perciò abbisognano piuttosto di pilotaggio di corrente che di tensione. Il vecchio termine amplificazione di tensione è comunque ancor oggi usato abbastanza spesso.

Amplificatore di potenza

L'amplificatore di potenza che pilota l'altoparlante deve erogare una corrente piuttosto elevata che, con una tensione di segnale di un certo valore nominale, dà origine ad una potenza relativamente alta. Considerate uno stadio di uscita di un amplificatore alquanto potente che fornisce una tensione, da picco a picco, la cui variazione massima fino alla soglia del clipping è, poniamo, 10 mV su 50 kOhm il che corrisponde a soli 2×10^{-9} W.

Questo significa che la tensione di picco (metà della variazione da picco a picco) è 28 e che la tensione r.m.s. è di circa 20 (r.m.s. significa root mean square e corrisponde alla somma integrata dei quadrati a livelli discreti sopra la forma d'onda, essi stessi sottoposti a estrazione di radice quadrata, corrispondenti a 0,707 del picco).

Ora, la potenza sul carico di 8 Ohm è eguale al quadrato della tensione r.m.s. diviso la resistenza in Ohm il che in questo caso è $20^2/8$, cioè 50 Watt.

La potenza è anche eguale al prodotto della tensione r.m.s.

sul carico e della corrente r.m.s. attraverso di esso, il che significa che quando il carico assorbe 50 Watt la corrente circolante attraverso di esso è 2,5 A.

Guadagno di potenza

Comparate la potenza suddetta con un segnale di ingresso di, poniamo, 10 mV su 50 kOhm il che corrisponde a soli 2×10^{-9} W. Il guadagno di potenza riferito a 50 W di uscita è perciò di $2{,}5 \times 10^{10}$, vale a dire circa 104 dB.

La corrente del segnale attraverso il carico di ingresso di 50 kOhm con 10 mV di tensione attraverso di esso equivale a 2×10^{-7} A. In questo modo abbiamo un guadagno di tensione di 2×10^{3} e un guadagno di corrente di $1{,}25 \times 10^{7}$, il prodotto dei quali dà appunto il guadagno di potenza prima calcolato di $2{,}5 \times 10^{10}$

Preamplificatore

I primi stadi di amplificazione di tensione (o di corrente) del nostro amplificatore hi-fi sono complessivamente designati con il termine *preamplificatore* il quale significa semplicemente che quegli stadi precedono l'amplificatore di potenza.

Un altro termine che descrive questa sezione è *unità di controllo.* Questa definizione è alquanto migliore della prima poiché designa più esattamente la funzione di questi stadi; essi in realtà *controllano* i segnali provenienti dalle sorgenti e destinati allo amplificatore di potenza.

Il termine preamplificatore è comunemente usato per designare specifici stadi dell'unità di controllo o *sezione di controllo.* Per esempio, lo stadio che provvede all'amplificazione e all'equalizzazione del segnale fornito dal fonorivelatore del giradischi, stadio che è una parte dell'unità di controllo è generalmente chiamato preamplificatore, il che designa esattamente ciò che esso è.

I vari stadi di amplificazione di cui si parla sono rappresentati nella Fig. 1.1. Oltre a questi la sezione di controllo comprende la commutazione per diversi ingressi e i controlli di tono, di volume e, talvolta, la sezione dei filtri.

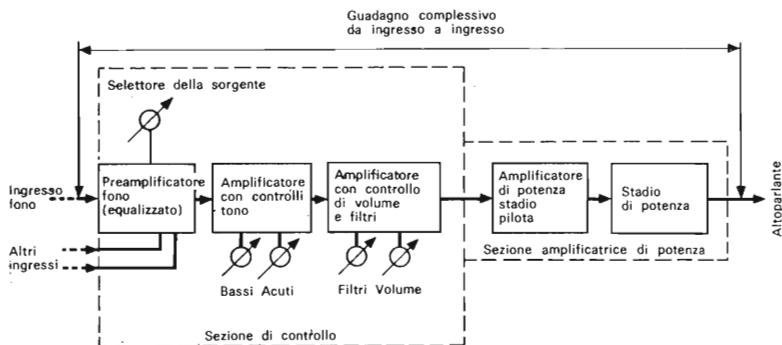



Fig. 1.1 Schema a blocchi elementare dell'amplificazione hi-fi con gli stadi diversi di cui si parla nel testo. Il guadagno totale di potenza è uguale alla potenza di uscita (dall'amplificatore di potenza diviso la potenza di ingresso del segnale sorgente). Il guadagno totale di tensione è uguale alla tensione di uscita diviso la tensione di ingresso. Il guadagno complessivo di corrente è uguale alla corrente in uscita diviso la corrente di ingresso. Il prodotto del guadagno di tensione e del guadagno di corrente dà il guadagno complessivo di potenza.

Quando le sezioni di amplificazione di potenza e di controllo sono assemblate in un unico contenitore e alimentate dallo stesso alimentatore, l'amplificatore è spesso chiamato *integrato* (da non confondere con un circuito integrato).

La maggior parte degli amplificatori hi-fi è del tipo cosiddetto integrato, sebbene esistano tipi comprendenti sezioni di controllo e di amplificazione di potenza completamente separate.

AMPLIFICATORE QUADRIFONICO

Come suggerisce il termine un amplificatore quadrifonico è un amplificatore con quattro completi canali audio nel medesimo contenitore. Per la riproduzione con quattro altoparlanti (quadrifonia) è richiesto un amplificatore a quattro canali.

Alcune funzioni sono solitamente comuni, come ad esempio una comune sezione di alimentazione per i quattro amplificatori, talvolta controllo comune di volume, di tono e di filtraggio. Per esempio quando si fa avanzare la manopola del controllo comune di volume si ottiene un incremento simultaneo dell'uscita dei quattro canali.

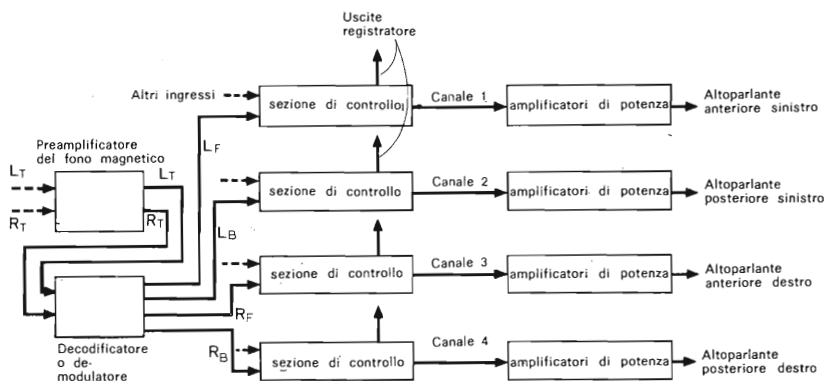



Fig. 1.2 Schema a blocchi dell'amplificatore quadrifonico a quattro canali. Ciascun canale è simile a quello mostrato in Fig. 1.1. Il decodificatore o demodulatore può essere sia esterno che incorporato all'amplificatore a quattro canali. Molti modelli hanno decodificatori matrix e demodulatori multiplex incorporati, i quali possono essere selezionati mediante un deviatore situato sul pannello frontale dell'apparecchio.

Una regolazione differenziata dell'uscita si ottiene sia per mezzo di controlli di livello del segnale separati, uno per canale, con il volume principale (master) che regola contemporaneamente le quattro uscite, sia per mezzo di controlli di bilanciamento destro/sinistro e anteriore/posteriore.

Per ciascuna sorgente, compreso il registratore, ma generalmente escluso il giradischi, vi sono quattro ingressi corrispondenti ad anteriore sinistro (L_F), anteriore destro (R_F), posteriore destro (R_B) e posteriore sinistro (L_B).

I terminali di uscita per il collegamento degli altoparlanti sono indicati in modo corrispondente, sebbene i diversi canali possano essere indicati con 1, 2, 3 e 4 che per convenzione (JVC) corrispondono a L_F, L_B, R_F e R_B.

Non sono previsti quattro ingressi differenti per l'entrata giradischi poiché i segnali L_F, L_B, R_F ed R_B sono codificati nel singolo solco del disco sia con le tecniche multiplex (CD—4, IVC, o UD—4, Nippon Columbia), sia con tecniche matrix (SQ, CBS, o QS, Sansui per esempio).

In questo modo il fonorivelatore (pick-up) emette i segnali codificati dalle sue due uscite normali e la decodificazione di

essi negli « originali » quattro canali avviene all'interno dell'amplificatore quando questo incorpora un decodificatore oppure all'esterno di esso quando è impiegato un decodificatore separato. A voler essere pignoli il termine esatto è decodificatore per le sorgenti matrix, e demodulatore per quelle multiplex.

Lo schema a blocchi della Fig. 1.2 spiega i punti discussi. I segnali emessi dalle due uscite del pick-up sono chiamati sinistro-totale e destro-totale (L_T e R_T). Essi sono preamplificati ed equalizzati e poi immessi nel decodificatore (o nel demodulatore) che emette i segnali L_F, R_F, L_B ed R_B che saranno introdotti individualmente in ciascuno dei quattro canali.

AMPLIFICATORE HI-FI

Questo termine si riferisce ad un amplificatore i cui parametri soddisfino certi minimi. Una norma standard che definisce questi parametri minimi per l'hi-fi è la DIN 45500 (tedesca), ma la maggior parte degli amplificatori attuali supera questa norma.

AMPLIFICATORE INTEGRATO

Questo termine designa un amplificatore le cui sezioni di controllo e di amplificazione di potenza sono assemblate nel medesimo contenitore. Vedi anche *Amplificatore.*

AMPLIFICATORE MONO

È un amplificatore ad un solo canale come descritto in Fig. 1.1.

AMPLIFICATORE DI POTENZA

È la sezione di un amplificatore che, pilotata da un segnale di piccola potenza proveniente dalla sezione di controllo, fornisce la potenza richiesta dall'altoparlante per una intensità sonora adeguata all'ambiente d'ascolto.

AMPLIFICATORE STEREO

Per la riproduzione stereofonica è necessario un amplificatore comprendente due canali separati. La stragrande maggioranza degli amplificatori hi-fi è del tipo stereofonico.

Ciascun canale comprende almeno le sezioni mostrate dallo schema a blocchi della Fig. 1.1. Un controllo differenziato del

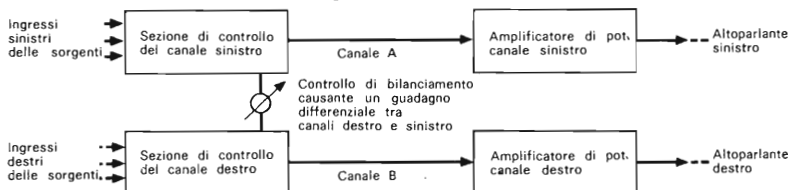



Fig. 1.3 Schema a blocchi dell'amplificatore stereofonico (a due canali) che mostra il comando del bilanciamento (se previsto). Quest'ultimo aumenta o riduce il livello del segnale all'uscita di un canale rispetto a quella dell'altro. Molti controlli danno un bilanciamento centrale tra i due canali quando il loro indice è in posizione centrale e maggiore o minor livello all'un canale rispetto all'altro quando il loro indice viene deviato dalla posizione centrale. Talvolta, a deviazione completa del comando, un canale è ridotto a zero mentre l'altro rimane a piena potenza. In altri apparecchi il livello di un canale può essere soltanto ridotto (ma non a zero) a seconda del tipo di circuito adottato.

volume sui due canali può essere ottenuto sia con l'uso di controlli separati di volume, uno per canale, sia per mezzo del controllo di bilanciamento essendo previsto un solo controllo di volume.

CAMBIATENSIONI

Molti amplificatori sono forniti di selettore delle tensioni di rete posto all'interno, oppure collocato sul pannello posteriore. La tensione nominale di rete in Italia è 220 V e si dovrebbe usare la posizione più vicina a questo valore.

Un sovraccarico di tensione si avrà se la posizione del cambiatensioni indica un valore inferiore a quello nominale di rete, mentre si avrà una sottoalimentazione nel caso che il selettore sia posizionato su un valore superiore a quello della rete. Nel primo caso si avrà a lungo (o a brevissimo termine) un danneggiamento dei circuiti dell'amplificatore, mentre nel secondo caso si avrà una diminuzione della potenza erogata che regola con-

temporaneamente l'uscita dei due canali. Il canale sinistro è talvolta chiamato canale A, quello destro canale B. Lo schema elementare di un amplificatore stereo è dato in Fig. 1.3.

CONNESSIONI

L'amplificatore deve essere sottoposto a vari collegamenti, per essere alimentato dalla rete elettrica, per ricevere il segnale dalle varie sorgenti di programma e per erogare potenza agli altoparlanti.

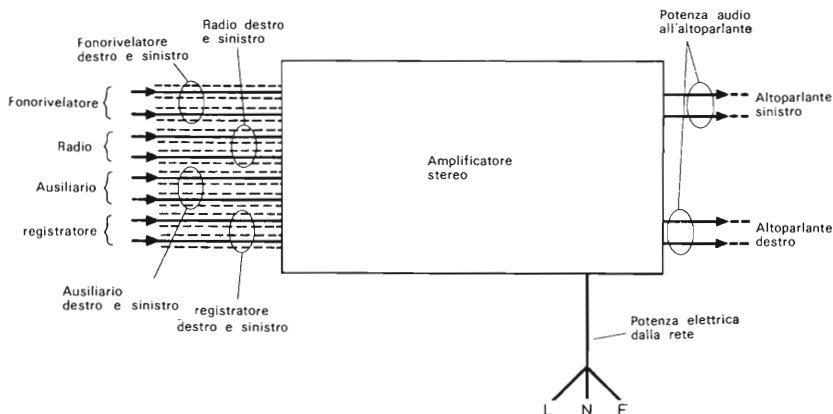



Fig. 1.4 Entrate e uscite di un amplificatore stereofonico. Per l'amplificatore a quattro canali moltiplicare per due.

Queste tre connessioni primarie sono illustrate in Fig. 1.4 con riferimento ad un amplificatore stereofonico. I collegamenti per un amplificatore quadrifonico sono simili, ma quest'ultimo ha uscite per quattro altoparlanti e quattro ingressi per ciascuna sorgente escluso il giradischi.

Connessioni alla rete

Alcuni amplificatori hanno un cavo a due conduttori mentre altri ne hanno uno a tre conduttori. Nel caso del conduttore doppio la connessione è effettuata alla fase « viva » e alla fase

neutra della rete elettrica e, a meno che non vi sia una specifica indicazione in contrario sul libretto di istruzioni, non ha nessuna importanza il verso con il quale si infila la spina nella presa. Nel caso del conduttore triplo è invece estremamente importante collegare i fili nel modo esatto dal momento che l'inosservanza di ciò può provocare danni irreparabili.

Nel caso vi siano tre conduttori uno di essi è direttamente collegato alle parti metalliche dell'amplificatore da una parte, mentre dall'altra deve essere connesso al terminale di terra della rete elettrica (per nessuna ragione questo terminale deve essere collegato alla fase « viva » o a quella neutra). I cavi di connessione alla rete portano colori di codice il cui standard è: giallo/verde per la terra (si tratta del conduttore collegato con le parti metalliche), marrone per la fase « viva » e blu per quella neutra. Se vi è qualche dubbio circa i collegamenti è opportuno ricercare un consiglio qualificato prima di mettere in funzione l'apparecchiatura.

Nel caso l'amplificatore abbia già una presa tripolare la connessione alla rete risulterà automaticamente esatta e non sarà in genere necessario prevedere un collegamento supplementare alla terra. Vedi anche *Messa a terra* e *Ronzio.*

Connessioni agli altoparlanti

Ciascun altoparlante richiede, per il collegamento all'amplificatore, un cavo a due conduttori ciascuno dei quali dovrebbe portare un colore di codice per l'immediata identificazione necessaria per una corretta messa in fase (vedi *Messa in fase*).

Poiché non esiste uno standard assoluto per le connessioni degli altoparlanti, esse possono avvenire sia tramite viti o terminali a molla oppure per mezzo di un sistema spinotto/presa.

Un sistema diffuso è quello DIN che impiega un connettore piatto per la connessione della massa e un connettore rotondo a spillo (pin) per la fase « viva » (Fig. 1.5). Quando sono impiegati sistemi spinotto/presa o terminali diversi, le connessioni di massa sono usualmente colorate in nero o segnate « terra » o con un — mentre le fasi « vive » sono colorate in rosso o marcate con un +.

In alcuni casi — la maggioranza — le connessioni negative o di massa di entrambi i circuiti degli altoparlanti sono in collegamento con le parti metalliche dell'amplificatore (chassis),

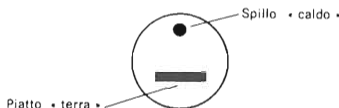



Fig. 1.5 Connessioni spinotto-presa di tipo DIN. Dal momento che questo tipo di spinotto non può essere accidentalmente collegato in posizione invertita, la fase, una volta stabilita non può essere invertita per errore sfilando e infilando lo spinotto.

ma in ogni caso non è prudente connettere le masse degli altoparlanti alle masse dei collegamenti con le sorgenti dal momento che questo può essere causa di aumento significativo della distorsione e/o di ronzio da chiusura di circolo delle masse (vedi *Ronzio da circolo di massa*). In altre parole i circuiti degli altoparlanti dovrebbero essere collegati in isolamento completo.

A causa della corrente relativamente elevata che circola nei cavi di collegamento degli altoparlanti all'amplificatore è inevitabile che vi sia una certa perdita di potenza nei cavi stessi (cioè perdita di I^2R); per attenuarla la lunghezza dei cavi dovrebbe essere tenuta la più corta possibile e il diametro dei conduttori il maggiore possibile (ma ragionevolmente!). Un cavo da 5 A è adatto alla maggior parte dei collegamenti, ma per collegamenti piuttosto lunghi o nel caso si richieda il massimo delle prestazioni quanto a potenza trasferita agli altoparlanti un cavo da 15 A è più conveniente.

Un amplificatore che eroga, poniamo, 9 V r.s.m. attraverso 4 Ohm avrebbe una potenza di 20 W e, se un carico di 4 Ohm è collegato direttamente alla sua uscita, esso dissiperà, a piena potenza, 20 W. Ora, se il cavo ha una resistenza di 2 Ohm, i 9 V saranno sviluppati attraverso 6 Ohm in modo che la potenza totale sarà ora di 13,5 W. In queste condizioni la corrente di pilotaggio sarebbe di 1,5 A e il carico riceverebbe solo 9 W. I rimanenti 4,5 W andrebbero a riscaldare i cavi!

In pratica, la tensione massima di pilotaggio aumenterebbe con l'aumentare della resistenza di carico in modo che vi sarebbero più di 13,5 W da dividere tra il carico e i cavi; la perdita di potenza, comunque, sarebbe ugualmente significativa. Di qui la necessità di usare cavi di bassa resistenza! Ciò che accade in realtà è in pratica più complesso a causa dell'accoppiamento tra altoparlante e impedenze dei circuiti.

Connessioni delle sorgenti

Ciascuna sorgente stereo ha due circuiti, rispettivamente per i canali destro e sinistro, e ciascun circuito destro e sinistro è schermato da campi elettrici o induttivi estranei; inoltre ciascun circuito è schermato e isolato rispetto all'altro e ciò per evitare fenomeni di diafonia (vedi *Parametri*). Le linee tratteggiate della figura 1.4, 'rapresentano le schermature dei circuiti delle sorgenti, schermature che fungono anche da massa dei circuiti stessi.

Così per il canale sinistro di un sintonizzatore radio vi è un conduttore « caldo » (dal punto di vista del segnale) circondato da una calza (fascio di fili flessibile) che serve sia da schermo sia da massa per il ritorno alla sorgente.

Le quattro sorgenti stereo della Fig. 1.4, perciò sono collegate all'amplificatore con quattro paia di conduttori schermati. In un sistema quadrifonico ciascuna sorgente, eccetto il pick-up che come abbiamo visto opera con due circuiti, sarà collegata con quattro conduttori schermati.

Vi sono due tipi principali di prese di ingresso e di corrispondenti spinotti chiamati rispettivamente RCA « fono » (« pin ») e DIN. Amplificatori con prese di ingresso RCA « fono » e DIN sono mostrati nella figura 1.6 rispettivamente in (a) e (b).

Una connessione presa-spinotto di tipo PIN ha due circuiti ciascuno destinato a ricevere un singolo cavo schermato in modo

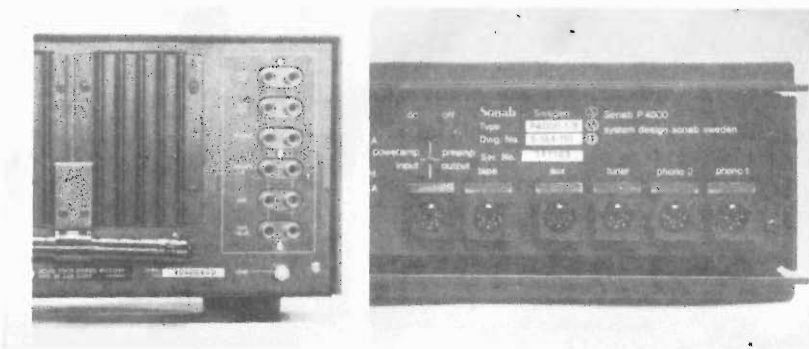
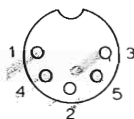



Fig. 1.6 (a) amplificatore con ingressi di tipo « fono » o americano (b) amplificatore con ingressi DIN (vedi anche Fig. 1.20).

che il conduttore interno sia collegato al connettore centrale mentre la schermatura va collegata al connettore esterno. Per ciascuna sorgente stereo sono necessari due spinotti « fono » e ciascun

Connettore 2: terra in ongi caso (collegato alla schermatura)

Fonorivelatore	Sintonizzatore o ausiliario	Ascolto registratore	Uscita registratore
sinistro 3 destro 5	sinistro 3 destro 5 (o 1 collegato a 5)	sinistro 3 destro 5	(dall'amplificatore) sinistro 1 destro 4

Fig. 1.7 Numerazione dei contatti di uno spinotto DIN e corrispondenza con alcuni dei tipici circuiti di ingresso. In ogni caso il connettore 2 corrisponde alla massa ed è collegato alle schermature dei cavetti che portano il segnale. Il disegno mostra il lato spinotti del connettore (maschio) e il lato saldature della corrispondente presa

ingresso stereo di un amplificatore comprende due prese « fono » (destra e sinistra).

Le terminazioni DIN sono differenti. Esse sono composte da un solo spinotto e da una sola presa per ciascuna sorgente che portano entrambi i canali destro e sinistro e una massa comune (schermature). Così, mentre, per il collegamento delle quatto sorgenti della Fig. 1.4 sono necessari otto spinotti « fono » e otto prese dello stesso tipo, per una connessione simile con il sistema DIN questo numero si riduce a quattro (uno spinotto e una presa per ciascuna sorgente).

Una connessione spinotto-presa di tipo DIN comprende cinque connettori (sottili spinottini a spillo sullo spinotto e cinque fori in miniatura sulla presa destinati a riceverli). I connettori sono numerati nel modo mostrato in Fig. 1.7 ed esiste un codice DIN che correla i circuiti ai differenti numeri. In ogni caso, comunque, il connettore due rappresenta la massa ed è destinato a ricevere le schermature dei due (o più, vedi *Uscite registratore*) circuiti del segnale. La Fig. 1.7 mostra anche il codice numerico di collegamento delle sorgenti più importanti.

CONTROLLI

Bilanciamento (balance)

Questo controllo regola differenzialmente il guadagno — e quindi l'uscita — dei canali destro e sinistro di un amplificatore stereo (vedi *Amplificatore stereo* e Fig. 1.3). Gli amplificatori a quattro canali (quadrifonici) hanno talvolta un controllo addizionale di bilanciamento che opera in modo simile ma sui canali anteriori e posteriori.

In un amplificatore il controllo si regola durante l'ascolto di una sorgente monofonica in modo da ottenere una immagine sonora centrale tra gli altoparlanti destro e sinistro.

Loudness

Mentre il controllo di volume regola il guadagno e quindi l'uscita di ciascun canale con la stessa intensità lungo tutta la gamma delle *frequenze audio* (vedi *Parametri*), il controllo di loudness, quando inserito, riduce l'uscita maggiormente sulle frequenze medie che non su quelle alte e basse. Ciò si traduce in pratica in una esaltazione dei bassi e, in misura minore, in una esaltazione degli alti; l'esaltazione aumenta via via che il controllo è progressivamente azionato, come mostrato dalla famiglia di curve in Fig. 1.8.

Un cosiddetto interruttore di loudness è sovente impiegato per mutare l'azione del controllo di volume da « lineare » a compensata per dare l'effetto di loudness. D'altro canto la caratteristica dell'effetto loudness può essere prefissata, non potendosi ottenere un cambiamento « lineare » del volume rispetto alle frequenze, il che non sarebbe auspicabile.

La funzione di loudness è prevista negli amplificatori per compensare le differenze di sensibilità alle frequenze dell'orecchio umano il quale ha, infatti, sensibilità decrescente per le basse frequenze e, in misura minore, per le alte frequenze, via via che l'intensità del suono diminuisce. Così, aumentando l'intensità dei bassi e degli alti per mezzo del controllo, appare la sensazione tipica del loudness la quale rimane costante lungo tutto lo spet-

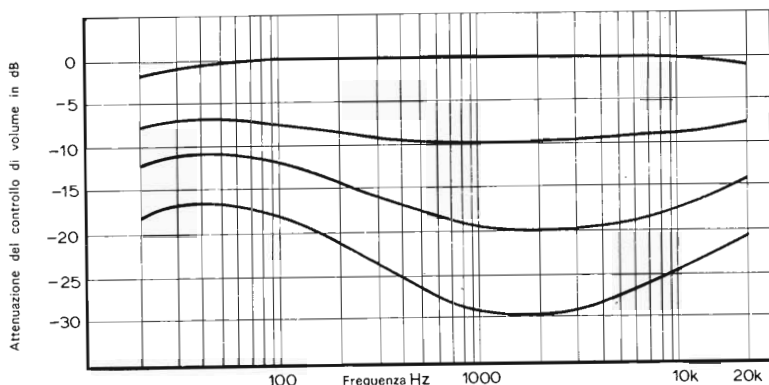



Fig. 1.8 Famiglia di curve di loudness che mostrano come le medie frequenze siano progressivamente attenuate rispetto a quelle basse e alte man mano che il controllo relativo viene azionato.

tro di frequenze, effetto questo che alcune autorità hi-fi deprecano.

Un'altra funzione di loudness è costituita da un interruttore che attenua le medie frequenze e in minor misura quelle basse e alte di un certo numero di deciBel, ma non è influenzato dal controllo di volume. Ciò è considerato talvolta desiderabile per un ascolto a basso volume.

Alcuni amplificatori incorporano due controlli, il volume ordinario e un secondo controllo di loudness con compensazione di frequenze.

Il termine « loudness » non sempre descrive l'effetto citato. Per esempio, in alcuni progetti, il livello medio del suono lungo lo spettro di frequenze *cade* quando si preme l'interruttore del loudness e ciò nonostante l'esaltazione degli acuti e dei bassi. Il termine implica che le caratteristiche di risposta di un amplificatore sono adatte alle curve di egual loudness, come quelle di Robinson e Dadson. « Contour », « controllo compensato di volume », etc. sono talvolta usati al posto di « loudness » per descrivere questo controllo.

Alcuni circuiti prevedono soltanto una esaltazione dei bassi il che è molto meno accurato che non un controllo completo di loudness. È facile simulare l'effetto di loudness sugli amplificatori anche se questi non dispongono del relativo controllo, semplice-

mente esaltando i bassi, e in minor misura gli acuti, con i rispettivi controlli di tono, quando si ascolta a basso volume.

Interruttore altoparlanti (loudspeaker switch)

Molti amplificatori hi-fi prevedono commutatori per l'ascolto con una cuffia; in alcuni modelli gli altoparlanti sono automaticamente esclusi quando lo spinotto della cuffia viene inserito nella relativa presa dell'amplificatore. Altri modelli invece dispongono, per questa operazione, di un apposito commutatore. Tale commutatore può anche provvedere all'inserimento alternativo di due o anche tre coppie di altoparlanti (*coppie* in caso di stereofonia e gruppi di quattro quando l'amplificatore è a quattro canali), collocate in differenti ambienti in modo che soltanto una coppia, o due, possano funzionare.

Quando si prevede il funzionamento contemporaneo di due coppie di diffusori l'impedenza di ciascuno di essi non dovrebbe comunque essere molto al di sotto di 8 Ohm. Questo perché quando due (o più) diffusori sono collegati in parallelo l'impedenza complessiva dal punto di vista dell'amplificatore, diminuisce e ciò può causare un sovraccarico dei circuiti di uscita dell'amplificatore stesso.

Per esempio l'impedenza effettiva di due diffusori di 8 Ohm ciascuno collegati tra loro in parallelo, è di 4 Ohm; sarebbe di soli 2 Ohm se ciascun diffusore avesse un'impedenza di 4 Ohm.

Commutatore « mode » (mode switch)

Su un amplificatore stereo il commutatore « mode » ha generalmente posizioni per l'ascolto « mono » e « stereo ». Nella posizione « mono » il canale destro è sommato al sinistro per fornire un segnale monofonico che circola in entrambi i canali destro e sinistro; in questo caso l'uscita degli altoparlanti è sovente designata con il termine « doppio mono ».

Quando si ascolta un disco monofonico su un'apparecchiatura stereofonica è consigliabile commutare il controllo su « mono ». Si otterrà una riproduzione « doppio mono » anche con commutazione su « stereo », ma, dal momento che un fonorivelatore stereofonico produce segnali anche in seguito alle vibrazioni verticali del suo stilo, quando un disco monofonico è suo-

nato con questa commutazione il ronzio, rumore e distorsione saranno più elevati. Ponendo il commutare su « mono » l'uscita prodotta dalle vibrazioni verticali viene eliminata e il pick-up risponde essenzialmente alle sollecitazioni laterali del solco del disco.

Quando si usa un sintonizzatore FM, l'amplificatore può essere commutato in « mono » allo scopo di trasformare un segnale stereofonico debole e rumoroso in un segnale monofonico meno rumoroso.

Amplificatori costosi hanno posizioni del commutatore per l'inversione dei canali stereo e per l'uscita « doppio mono » quando si applica un segnale ad uno solo degli ingressi (destro o sinistro).

Il commutatore di « mode » di un amplificatore a quattro canali può avere posizioni addizionali per riproduzione a due canali, quattro canali (discrete) e per codificazione quadrifonica « matrix ».

Controllo di presenza (presence control)

Si tratta di un controllo o di un commutatore che provvede ad una esaltazione fissa o variabile sulle medie frequenze come mostrato in Fig. 1.9.

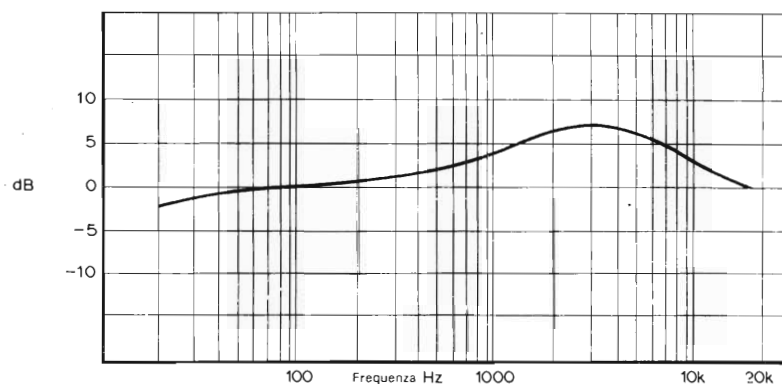



Fig. 1.9 Il controllo di presenza esalta le medie frequenze. In alcuni apparecchi l'esaltazione può avere inizio a frequenze un po' più basse di quelle mostrate dalla curva.

Dal momento che l'udito è più sensibile alle frequenze medie, l'effetto che si ottiene è una maggior presenza del suono che sembra proiettarsi verso l'ascoltatore. La risposta dell'amplificatore è in questo caso contraria a quella ottenuta con il loudness.

Controlli di sensibilità (Preset Controls)

Alcuni amplificatori hanno controlli di « preset » posti posteriormente o sul pannello inferiore per l'adattamento e la regolazione della sensibilità di ingresso. Può essere presente un solo controllo che opera sui due canali contemporaneamente, oppure vi possono essere controlli separati per i due canali destro e sinistro.

La regolazione della sensibilità in ingresso è prevista allo scopo di evitare che vi siano differenze significative di intensità sonora quando si commutano diversi ingressi, lasciando inalterata la posizione della manopola del volume. Simili controlli di sensibilità possono essere per esempio previsti per l'uscita che fornisce il segnale al registratore in modo che l'intensità del segnale possa essere regolata ed adattarsi alla sensibilità di ingresso del registratore usato.

La maggior parte dei registratori ha comunque controlli interni di preset per la regolazione di parametri come la corrente quiescente dello stadio di uscita (cioè il bias di classe B), il bilanciamento dello stadio di uscita, la tensione di punto medio, etc.; queste, comunque, sono regolazioni che normalmente non debbono essere eseguite dall'utilizzatore, ma da personale qualificato, a meno che l'utilizzatore stesso non sia tecnicamente preparato e disponga della strumentazione necessaria.

Commutatore di funzione (Source selector switch)

Questo commutatore è situato sul pannello frontale ed è costituito da un commutatore rotativo (o da interruttori a bottone o da tasti) che viene impiegato per selezionare all'ingresso dell'amplificatore la sorgente di programma richiesta - sintonizzatore, pick-up, etc. (vedi *Sorgenti di ingresso*).

Controlli di tono

I controlli di tono più comuni sono quelli per i bassi e gli acuti, i quali operano nei due sensi da un punto centrale allo scopo di provvedere ad una esaltazione o ad una attenuazione progressive delle frequenze basse o alte rispetto alle frequenze di centro banda, nel modo mostrato dalla Fig. 1.10.

I controlli sono usati per « equalizzare » eventuali deficienze nei segnali del programma, negli altoparlanti o nell'acustica degli ambienti. Per esempio, un altoparlante debole nelle frequenze estremamente alte può essere corretto in qualche modo esaltando gli acuti. In ogni caso una certa attenzione deve essere posta nell'esaltazione dei bassi, dal momento che alcuni altoparlanti, particolarmente tra quelli più piccoli, sono incapaci di riprodurre i bassi estremi senza notevole distorsione.

Generalmente i controlli operano contemporaneamente sui due canali stereo o sui quattro canali « quadrifonici », sebbene alcuni amplificatori stereofonici abbiano controlli separati per ciascun canale, sia del tipo a manopole concentriche accoppiate a frizione, sia invece a manopole completamente separate. Il punto di inizio (turnover frequency) dell'attenuazione o della esaltazione, nel quale si ha una variazione di $\pm$ 3 dB rispetto alla risposta lineare può essere commutabile su alcuni modelli.

Una realizzazione più recente è costituita da un certo numero di controlli, ciascuno dei quali provvede all'esaltazione o

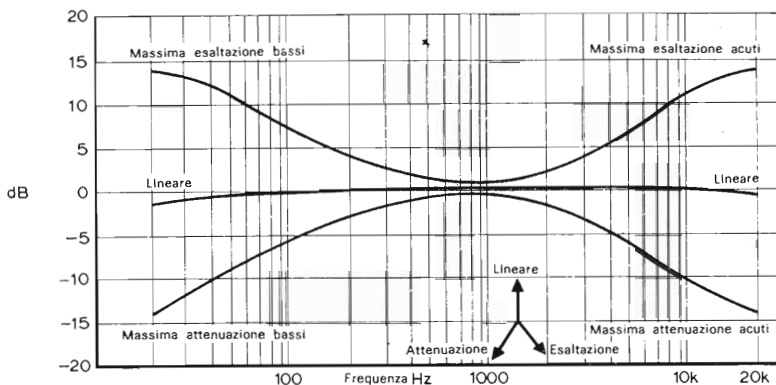



Fig. 1.10 Caratteristiche dei controlli dei bassi e degli acuti.

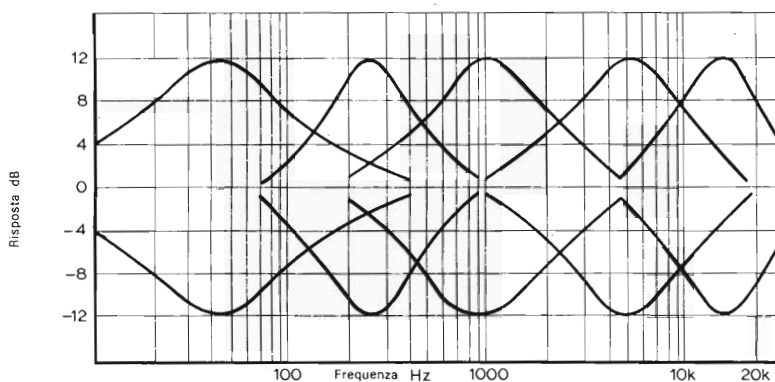



Fig. 1.11 Caratteristiche di risposta dell'equalizzatore JVC SEA. Cinque controlli a cursore provvedono all'esaltazione o all'attenuazione di cinque bande di frequenze sull'intero spettro sonoro.

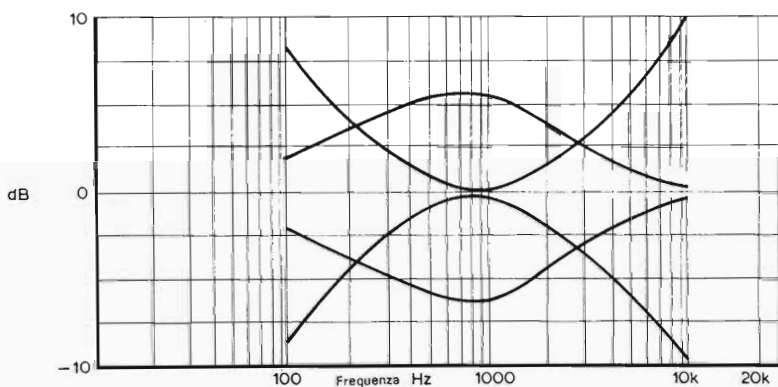



Fig. 1.12 Caratteristiche dei controlli di tono per frequenze basse, medie e acute del ricevitore Marantz 4270 « Stereo 2 + Quadradial 4.

all'attenuazione delle frequenze di una piccola parte dello spettro acustico. Controlli a cursore possono essere comunemente impiegati; la posizione delle manopole di questi cursori descrive grosso modo le caratteristiche di equalizzazione applicate ed è per questo che talvolta questo sistema di controllo dei toni viene indicato con l'espressione « equalizzatore grafico ».

La JVC è una casa che ha sfruttato questa idea (il suo siste-

ma ha il nome di « sound effect amplifier » o SEA). Un'altra casa è la Eagle International che chiama il suo multicontrollo di tono « sound effect control » o SEC. Le curve di un SEA JVC sono rappresentate nella Fig. 1.11.

Sia la JVC che la Eagle impiegano cinque controlli a cursore che permettono una continua e accurata regolazione in pratica di ogni porzione dello spettro acustico. Questa realizzazione è notevolmente più versatile del sistema convenzionale a due soli controlli in quanto permette una maggiore accuratezza nell'equalizzazione del segnale della sorgente, degli altoparlanti e dell'acustica ambientale.

A metà strada tra il sistema convenzionale a due controlli e il sistema « grafico » sta un terzo sistema a tre controlli che, oltre alla possibilità di regolazione degli alti e dei bassi prevede anche il controllo delle medie frequenze. Una casa che impiega un sistema simile è la Marantz; le curve caratteristiche sono mostrate in Fig. 1.12.

Controllo di volume

Questo controllo è generalmente situato tra la sezione di controllo e l'amplificatore di potenza ed ha la funzione di attenuare progressivamente il guadagno di ciascun canale via via che viene ruotato. Non ha alcun effetto sulla potenza intrinseca erogata dall'amplificatore, ma regola semplicemente il livello di uscita, attenuandolo, rispetto a quello nominale. La posizione per la miglior dinamica è tra 1/3 e 2/3 dell'intera corsa.

DECIBEL

È un fattore logaritmico tra due quantità comuni, come per esempio potenza, tensione, corrente, pressione sonora etc., che permette una indicazione su scala lineare (vedere per esempio la scala a Y rovesciata in Fig. 1.10). Per quanto riguarda la potenza, il valore in deciBel (dB) è il logaritmo del fattore di potenza moltiplicato per 10. Per esempio un fattore di potenza di 1,995:1 (quasi 2:1) è eguale a 3 dB.

Per la corrente, la tensione o la pressione sonora il valore in dB è il logaritmo dei rispettivi fattori moltiplicato per 20,

in modo che, per esempio un fattore di tensione o di pressione sonora di 1,995:1 (quasi 2:1) è eguale a 6 dB. Questa differenza dei moltiplicatori tiene conto del fatto che la potenza, la tensione e la corrente sono elevate al quadrato ed un quadrato logaritmicamente si ottiene moltiplicando semplicemente per 2, il che giustifica il cambiamento da 10 a 20.

Il fattore 10 è usato nel primo caso (per la potenza) allo scopo di convertire l'unità primaria, il Bel, in *deci*Bel che è 1/10 di Bel.

DINAMICA

La dinamica potenziale di un amplificatore è rappresentata dal « sandwich » in dB intercorrente tra la potenza massima nominale di esso ed il livello di rumore, come mostrato in Fig. 1.13. La maggior parte degli amplificatori hi-fi ha una dinamica talmente superiore ai 60 dB che, al confronto, quella delle sorgenti di programma è inadeguata.

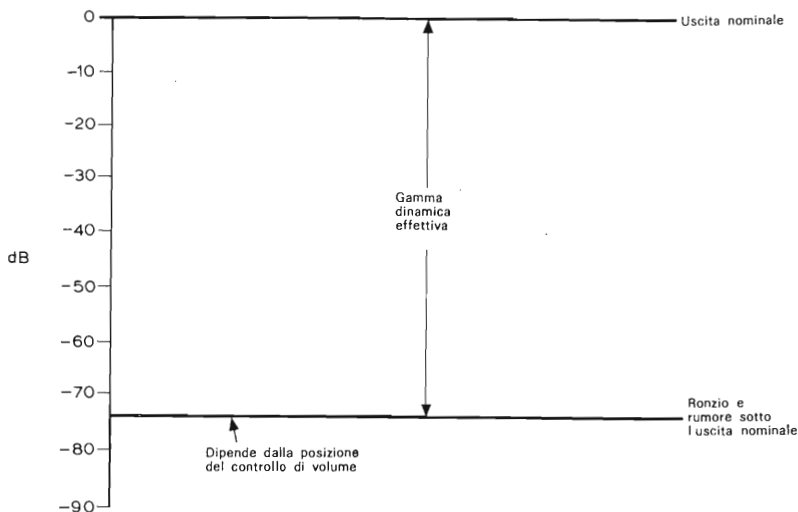



Fig. 1.13 Illustrazione del concetto di gamma dinamica di un amplificatore.

DISSIPATORI DI CALORE

Un dissipatore di calore è un'ampia massa metallica sulla quale sono montati i transistors finali di potenza, in buon contatto termico. Il dissipatore conduce il calore allontanandolo dalle giunzioni interne del transistor permettendo a quest'ultimo di erogare il massimo della potenza senza danni.

La fotografia della Fig. 1.14 mostra due dissipatori (al centro della foto) ciascuno dei quali monta due transistors. È necessario che l'aria circoli liberamente al di sopra dei dissipatori e perciò la ventilazione non dovrebbe essere limitata. Comunque, in condizioni normali di funzionamento il dissipatore rimane abbastanza freddo quando gli stadi di uscita sono in classe B, ma in classe A in controclasse A (vale a dire in classe AB) essi operano a temperature significativamente più elevate perfino in assenza di segnale

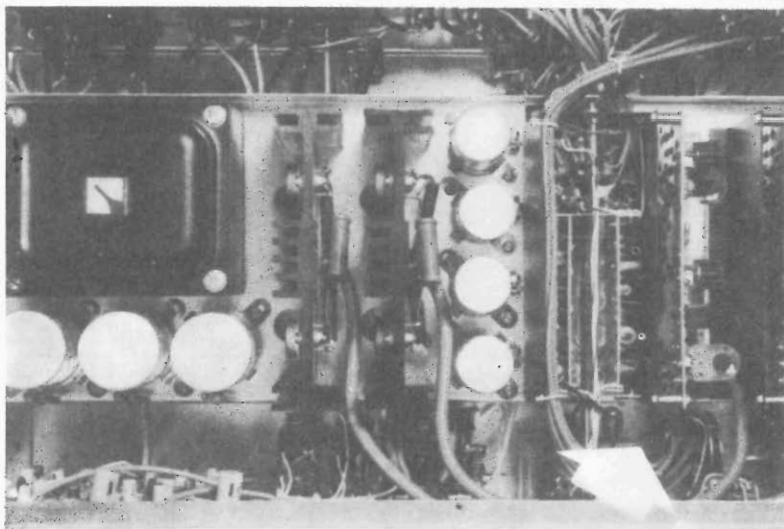



Fig. 1.14 I due dissipatori di calore al centro della foto (ampie masse metalliche alettate) provvedono ciascuno al raffreddamento di due transistors di potenza. La dissipazione termica è essenziale quando sono in gioco alte potenze.

DISTORSIONE

Per quanto riguarda l'amplificatore la distorsione è la deviazione del segnale in uscita rispetto a quello in ingresso. La distorsione è conosciuta sotto le varie denominazioni di distorsione armonica (o, più comunemente, distorsione armonica o THD totale), distorsione di intermodulazione (IMD), distorsione di incrocio, distorsione transiente (e distorsione da intermodulazione transiente o TID) e distorsione di frequenza.

La THD e l'IMD (come pure alcuni degli altri tipi) prendono origine da non-linearità di trasferimento del segnale dall'ingresso all'uscita, il che implica mancanza di correlazione tra i mutamenti di *ampiezza* del segnale dall'ingresso all'uscita. In condizioni di perfetta linearità un mutamento nell'ampiezza del segnale di ingresso di un fattore x dovrebbe dare all'uscita un corrispondente mutamento dello stesso fattore x. La non linearità di trasferimento ha come effetto che l'ampiezza in uscita differisca leggermente dal fattore x.

La natura della distorsione è influenzata dalla natura della non-linearità; negli amplificatori hi-fi, comunque, la distorsione prodotta è molto bassa, il che significa che simili amplificatori non sono poi tanto non-lineari. La linearità perfetta non esiste. La distorsione armonica totale è generalmente misurata applicando un segnale sinusoidale a distorsione bassissima all'ingresso e collegando l'amplicatore ad un carico di uscita (generalmente un carico puramente resistivo); filtrando poi la frequenza fondamentale del segnale si ottiene soltanto il residuo costituito dalla distorsione armonica, come mostrato in Fig. 1.15 (a). La differenza in percentuale tra la tensione del segnale sinusoidale e la tensione dei componenti della distorsione sommati dà la distorsione armonica totale dell'amplificatore alla potenza e alla frequenza stabilite per il test.

Gli amplificatori hi-fi non dovrebbero produrre una distorsione superiore allo 0,1% alle medie frequenze, a potenza nominale. La distorsione generalmente aumenta agli estremi dello spettro acustico, specialmente sulle alte frequenze; tale incremento non dovrebbe tuttavia essere eccessivo nell'ambito della gamma udibile (20 ÷ 20 000 Hz).

La distorsione di intermodulazione intreviene quando due o più frequenze passano insieme attraverso l'amplificatore, come avviene con i segnali musicali. Le non linearità si traducono in

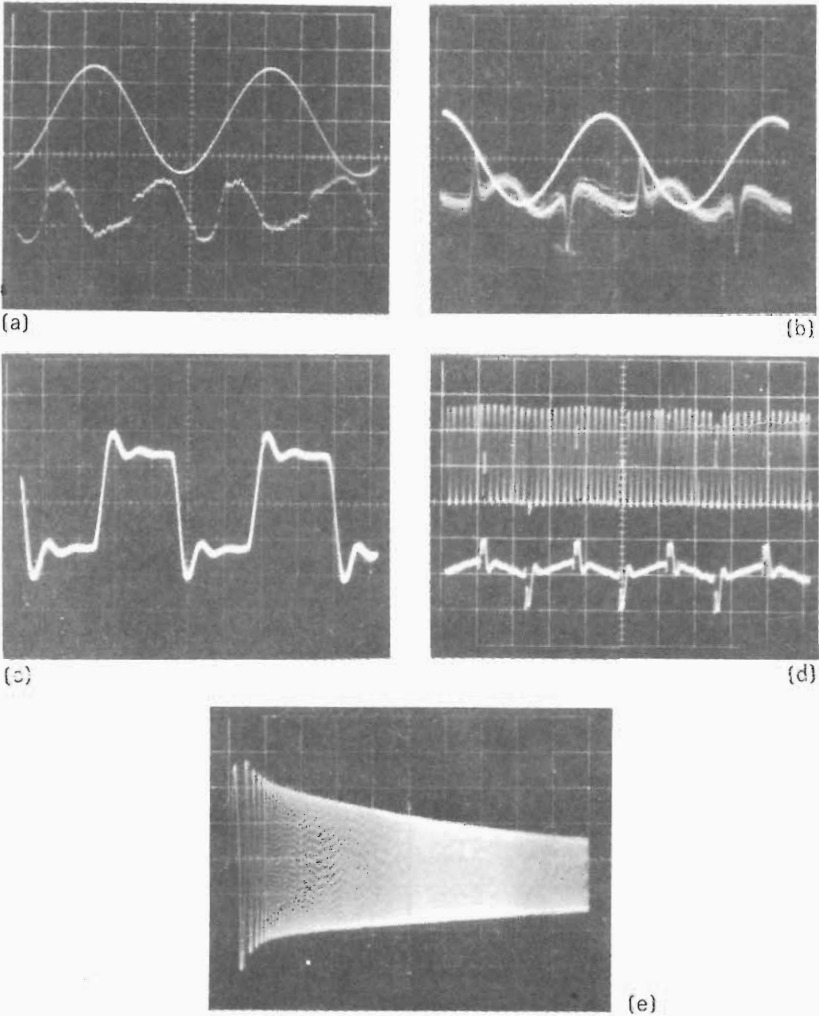



Fig. 1.15 Illustrazione di tipi di distorsione. (a) Distorsione armonica totale (THD) sulla traccia inferiore segnale dal quale è ottenuta sulla traccia superiore, (b) effetto della distorsione di incrocio sull'oscillogramma della THD, sovraoscillazione dell'onda quadra (« ringing ») che è una forma di distorsione transiente, (d) distorsione di intermodulazione transiente (TID). (e) Oscillogramma della distorsione di frequenza (« sweep » continuo, vedi testo).

intermodulazione, vale a dire in produzione di segnali spurii, somma o differenza delle frequenze dei segnali introdotti, o loro multipli.

La distorsione di intermodulazione interviene quando due o intermodulazione causata da mancanza di correlazione quando le caratteristiche di trasferimento dei due transistors finali collegati in controfase si incontrano a metà delle caratteristiche totali di controfase. Questo è abituale nei circuiti in classe B, ma aumentando leggermente la corrente quiescente dello stadio in controfase (controclasse AB) la non-linearità di incrocio diminuisce.

La Fig. 1.15 (b) rivela la presenza di distorsione di incrocio durante una prova. Notate sia in (a) che in (b) che la forma d'onda del segnale non mostra segni di distorsione dal momento che quest'ultima è di piccola entità. I moderni amplificatori in classe B impiegano altri artifici per ridurre la distorsione di incrocio.

La distorsione transiente riguarda il cambiamento della forma d'onda in caso di segnali molto veloci (impulsivi) che passano attraverso l'amplificatore. In alcuni casi essa può produrre cambiamenti di timbro nel suono. Per essere esente da distorsione transiente l'amplificatore deve avere una risposta in frequenza estesa almeno fino a 20 kHz e non deve essere affetto da fenomeni di « risonanza elettrica ».

I segnali ad onda quadra sono spesso impiegati per provare le prestazioni di un amplificatore in regime transiente dal momento che essi contengono armoniche di alto ordine. La Fig. 1.15 (c) mostra fenomeni di risonanza elettrica (ringing) su una onda quadra, fenomeni che sono causa di distorsione transiente.

La distorsione di intermodulazione transiente (o di intermodulazione dinamica) è più complicata da spiegare. In pratica essa prende origine dalla controreazione applicata ad un circuito amplificatore la quale non reagisce prontamente come dovrebbe a segnali impulsivi molto rapidi. Tali segnali finiscono per attivare lo stadio di uscita dell'amplificatore prima che il loro livello di intensità sia ridotto dal segnale che ritorna in controfase come controreazione negativa.

Il transiente quindi sovraccarica lo stadio finale in modo che questo risulta « bloccato » per un breve tempo dopo il passaggio del transiente stesso (cioè fino al momento in cui la controreazione riprende il controllo). Così l'informazione portata dal se-

gnale dopo quel transiente verrà anch'essa bloccata il che significa una TID del 100%. L'oscillogramma in Fig. 1.15 (d) dà un'idea visuale di questo tipo di distorsione.

La distorsione di frequenza implica che l'amplificatore fornisce più o meno amplificazione a determinate frequenze che ad altre. La distorsione di frequenza è deliberatamente introdotta quando, per esempio, un controllo di tono è allontanato dalla posizione centrale di linearità. Un interessante oscillogramma di distorsione di frequenza è quello mostrato nella Fig. 1.15 (e). Si tratta di un oscillogramma in funzione sweep (introduzione continua in glissando di tutte le frequenze della banda udibile partendo da 20 Hz ed arrivando a 20 kHz). L'oscillogramma mostra chiaramente che le frequenze più basse (a sinistra) sono amplificate in misura maggiore delle restanti e che l'amplificazione diminuisce gradualmente con l'aumentare delle frequenze.

Le distorsioni armoniche di alto ordine, che includono l'IMD di alto ordine, sono meno apprezzabili di quelle di ordine inferiore. La distorsione di incrocio, se in misura considerevole, è molto fastidiosa per un orecchio critico. La distorsione transiente può produrre fastidiosi effetti e può cambiare la qualità tonale della musica, mentre l'effetto della TID può essere simile a quello della distorsione di incrocio, ma quest'ultima generalmente interviene a livelli inferiori mentre la prima appare maggiormente a livelli più elevati.

Alle alte frequenze l'amplificatore di potenza può produrre un effetto simile a quello causato dalla distorsione di incrocio chiamato « distorsione notch ».

EQUALIZZAZIONE

Questo termine si riferisce comunemente all'amplificazione compensata delle frequenze con particolare riguardo ai pick-up magnetici ed alle testine di registratori; in questi casi l'equalizzazione compensa la distorsione di frequenza che si origina da specifiche caratteristiche di incisione.

In altre parole la distorsione di frequenze introdotta dall'equalizzazione è il reciproco della distorsione risultante dalle caratteristiche di incisione adottate. Il risultato finale dell'interazione tra le due distorsioni è una curva di frequenze lineare, dal momento che la distorsione introdotta dall'amplificatore in

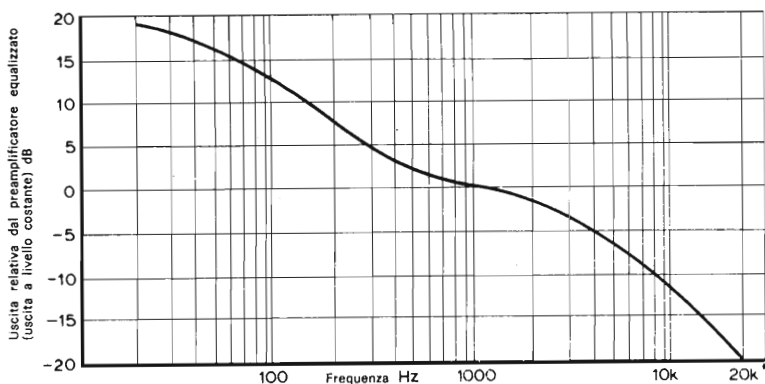



Fig. 1.16 Curva dell'esaltazione delle basse frequenze operata dal preamplificatore-equalizzatore dell'ingresso fono magnetico. Dal momento che un fonorivelatore magnetico ha un'uscita che segue la curva inversa di quella mostrata, il risultato finale è un'uscita lineare.

sede di preamplificazione annulla la distorsione introdotta al momento dell'incisione o della registrazione (vedi *Equalizzazione*, capitoli III e IV).

Per quanto riguarda l'amplificatore, il preamplificatore del segnale proveniente dal pick-up comprende un circuito di equalizzazione il quale amplifica le basse frequenze in misura molto maggiore che non le alte frequenze, come mostra la Fig. 1.16.

FILTRI

Per ciò che concerne gli amplificatori i filtri sono divisi in due categorie: passa-alto e passa-basso. Il primo tipo permette alle alte frequenze di passare senza attenuazione alcuna mentre attenua quelle basse, il secondo agisce in modo contrario.

Alcuni amplificatori comprendono filtri passa-alto (low cut) e filtri passa-basso (high cut). Quando entrambi sono inseriti contemporaneamente la banda passante nell'amplificatore viene ristretta.

La frequenza alla quale l'attenuazione è di 3 dB è chiamata *frequenza di turnover* (punto di inizio dell'attenuazione). Il punto di turnover di un filtro passa-alto è situato a circa 30-80 Hz, mentre un filtro passa-basso ha un turnover situato a circa 6-8

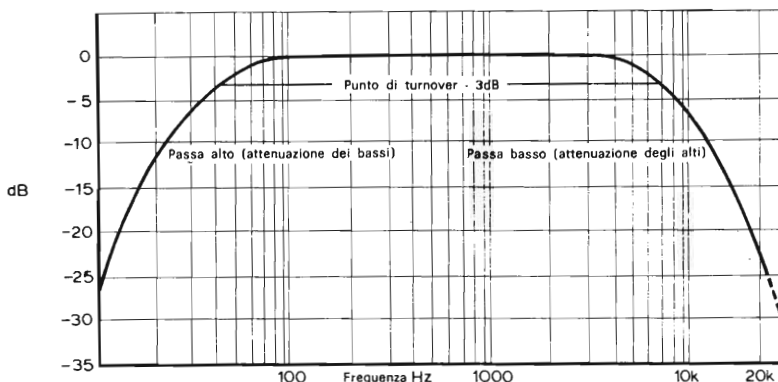



Fig. 1.17 Filtri passa-alto e passa-basso. Quando i due filtri operano contemporaneamente si ha una situazione di passa-banda. I punti di inizio (turnover) a —3 dB corrispondono a circa 40Hz (passa-basso) e 7 kHz (passa-alto). La curva in pendenza dopo i punti a —3 dB raffigura la pendenza di attenuazione che è relativamente veloce nell'esempio mostrato.

kHz. La pendenza della curva di attenuazione dopo il punto a — 3 dB è nota come *pendenza di attenuazione*; un filtro semplice ha una pendenza di 6 dB per ottava, mentre un filtro multipolare può avere una pendenza di 18 dB per ottava o più.

Una pendenza di attenuazione troppo ripida può far precipitare il tasso di distorsione transiente, mentre una pendenza troppo dolce attenuerà sia le frequenze indesiderate (fruscii) sia quelle utili alla riproduzione musicale. Una curva caratteristica di filtri passa-basso e passa-alto è illustrata in Fig. 1.17. Alcuni amplificatori hanno commutatori per selezionare un punto di turnover o un altro e controlli per regolare la pendenza di attenuazione (specialmente alle alte frequenze).

Amplificatori di semplice progettazione e di basso costo hanno punti di turnover fissi e pendenze di attenuazione relativamente dolci. Pendenze di 6 dB per ottava possono essere simulate con i controlli di tono, sebbene in questo modo le frequenze di turnover possano essere troppo alte alle basse frequenze e troppo basse a quelle elevate e non possano perciò dare un filtraggio efficace nel senso proprio del termine.

Un filtraggio delle frequenze basse è necessario per eliminare frequenze basse indesiderate, come per esempio il ronzio (rumble) prodotto dal giradischi; un taglio delle frequenze alte

può invece ridurre fruscii e distorsioni nei dischi e nelle trasmissioni radiofoniche.

INGRESSI DELLE SORGENTI

La maggior parte degli amplificatori ha ingressi adatti a ricevere segnali di sorgenti diverse, fonorivelatori magnetici (talvolta ceramici), sintonizzatori radio, registratori e varie altre sorgenti, per esempio secondo sintonizzatore etc.

La sensibilità di ciascun ingresso è calcolata per corrispondere il più possibile all'intensità del segnale proveniente dalla sorgente (vedi *Livelli del segnale*), mentre ciascun ingresso rappresenta un carico adatto alla sorgente. Sebbene non vi siano standard assoluti in questo campo, tuttavia i componenti di diversa produzione hanno caratteristiche abbastanza simili.

Le varie sorgenti, con l'eccezione del monitor del registratore, sono selezionate per mezzo del selettore delle funzioni posto sul pannello anteriore dell'amplificatore che può essere del tipo rotativo o rappresentato da vari tasti o pulsanti. Il monitor del registratore è generalmente controllato da un pulsante o da un tasto che, se premuti o abbassati disinseriscono la sezione di controllo dell'amplificatore dalla sezione di potenza (entrambi i canali simultaneamente). Il disegno in Fig. 1.18 mostra il diagramma schematico su un canale.

Nella funzione "monitor," perciò, il segnale proveniente dalla testina di riproduzione del registratore può essere direttamente

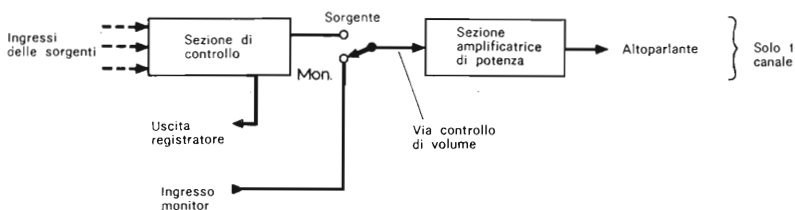



Fig. 1.18 Illustrazione del circuito di « tape monitor ». La deconnessione del controllo relativo dell'amplificatore di potenza operato da questo commutatore è talvolta necessaria per il collegamento di un decodificatore matrix quadrifonico (vedi Cap. IV).

immesso nell'amplificatore di potenza, generalmente per mezzo dei controlli di volume o di tono, mentre nello stesso tempo il segnale in ingresso selezionato, proveniente dalla sezione di controllo può essere inviato alla testina di registrazione posto che, naturalmente, il registratore che si usa abbia testine di registrazione e di riproduzione separate.

Ciò rende possibile comparare la qualità del segnale proveniente dalla sorgente e la qualità del segnale appena registrato sul nastro smplicemente operando sul pulsante e commutandolo alternativamente su « source (sorgente) o su « monitor ».

INTERFERENZA

Il ronzio è un tipo di interferenza mentre il fruscio di fondo di un amplificatore è un'altra specie di interferenza. Ciò che generalmente si intende per interferenza, comunque, sono i crepitii creati da apparecchiature elettriche domestiche e talvolta da segnali a radiofrequenza che entrano nell'amplificatore quando questi è commutato sulla funzione « fono magnetico » particolarmente nel caso che nelle vicinanze si trovi una potente stazione radio o televisiva.

Gli amplificatori a transistors sono sensibili a questi disturbi a causa della loro estesa risposta in frequenza e della non-linearità delle loro giunzioni interne le quali, in certe condizioni, possono comportarsi come rivelatori radio. I fabbricanti si stanno progressivamente rendendo conto di questi inconvenienti e vi stanno ovviando schermando i circuiti o introducendo nei circuiti dei primi stadi filtri a radio frequenza.

Nel caso in cui simili filtri non sono inclusi, un certo rimedio può essere possibile con il collegamento di un piccolo condensatore ceramico tra la base e l'emittitore dei transistors di ingresso.

Nel caso di apparecchio stereofonico entrambi i canali richietore ceramico tra la base e l'emettitore dei transistors di inderanno il medesimo trattamento. Il valore del condensatore deve essere tra 1 e 2 nF, a seconda della frequenza o del tempo di salita dell'interferenza.

Una schermatura inadeguata dei cavi che portano il segnale o cavi di collegamento agli altoparlanti eccessivamente lunghi possono aggravare gli inconvenienti; in casi seri sarà necessaria

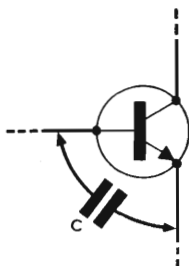



Fig. 1.19 Semplice filtro a r.f. per eliminare le intreferenze.

la schermatura a radiofrequenza dei circuiti degli altoparlanti. Quando l'interferenza si origina nella rete elettrica può rendersi necessario un filtraggio più accurato dell'alimentatore, ma ciò richiede l'intervento di personale qualificato.

LIVELLI DEL SEGNALE

L'espressione si riferisce generalmente al livello « medio » dei segnali emessi dalle sorgenti di programma che non dovrebbe differire eccessivamente dalla sensibilità di ingresso dell'amplificatore. Per esempio l'uscita media di una cartuccia magnetica è di 3-5 mV il che è adeguato alla sensibilità di ingresso fono magnetico dell'amplificatore. Un sintonizzatore radio può avere una uscita media di 150 mV circa e molti amplificatori avranno almeno un ingresso per sintonizzatore o ausiliario adatto al collegamento.

In alcuni casi è necessario una attenuazione del segnale ad evitare che l'amplificatore, o meglio i suoi circuiti di ingresso, siano saturati anche con posizioni minime del controllo di volume. Amplificatori che dispongono di controlli di sensibilità possono essere accuratamente regolati a seconda del livello del segnale da immettere.

MESSA IN FASE

Per ottenere una immagine sonora corretta in stereofonia o in quadrifonia è necessario che i diffusori siano collegati correttamente in fase. Una fase corretta implica che quando tutti i

canali portano simultaneamente un segnale comune i coni di tutti gli altoparlanti collegati si muovono in avanti o all'indietro all'unisono. Se uno di essi si muove in avanti mentre l'altro si muove all'indietro la fase tra i due canali non è corretta.

È impossibile controllare la fase dal movimento dei coni naturalmente! Un controllo effettuabile consiste nel mettere i due altoparlanti di un sistema stereo vicini l'uno all'altro, fianco a fianco, accendere l'amplificatore, commutarlo per la riproduzione monofonica e suonare sul giradischi un disco che contenga bassi profondi, per esempio musica d'organo. La fase non corretta è indicata dalla mancanza o dalla debolezza del basso estremo. L'inversione dei collegamenti su un solo diffusore ripristinerà il basso o, se esso era presente all'inizio, lo diminuirà significativamente.

I terminali degli amplificatori e degli altoparlanti sono identificati (— o +, rosso o nero, ecc.) in modo che la fase possa essere correttamente stabilita (vedi anche *Connessioni*).

Si deve anche ricordare che la fase corretta può essere eliminata anche da una inversione nella connessione di una sorgente di suono (per esempio del pick-up).

MESSA A TERRA

Se un amplificatore è collegato a terra (o a quella della rete o ad una terra esterna) le sorgenti di suono collegate saranno automaticamente messe a terra attraverso le schermature dei cavetti che portano il segnale. Per la massima sicurezza, però, ogni componente che preveda una messa a terra separata dovrebbe essere collegato direttamente ad una terra esterna.

Un complesso hi-fi dovrebbe essere collegato a terra da un solo punto. Se è connesso più di un punto a terra può risultarne ronzio. Se viene usata la terra della rete elettrica non dovrebbe essere impiegata alcuna altra terra e viceversa (vedi anche *Connessioni*).

PARAMETRI

I parametri sono standard di prestazioni e i parametri principali di un amplificatore hi-fi sono elencati qui di seguito.

La potenza di uscita di un amplificatore è la potenza piena, riferita ad una data gamma di frequenze o ad una sola frequenza (generalmente 1 kHz), su una data resistenza di carico e con un determinato tasso di distorsione. Per quanto riguarda gli amplificatori stereofonici e quadrifonici la potenza per canale (o totale) dovrebbe essere data con entrambi i canali funzionanti simultaneamente come recentemente richiesto dalla Commissione Federale per il Commercio negli Stati Uniti.

La distorsione di riferimento è lo 0,5% o l'1% e la potenza è quella media sinusoidale (spesso erroneamente chiamata r.m.s.) quale risulta dal prodotto della tensione r.m.s. sul carico e della corrente r.m.s. attraverso di esso (o V^2/R).

Altre denominazioni per la potenza, come « musicale », « dinamica », « di picco », etc. tendono a creare confusione, poiché sono più elevate di quella media sinusoidale (o continua). Così quando compariamo tra loro diversi amplificatori per quanto riguarda la potenza dobbiamo considerare solo la potenza media sinusoidale (potenza r.m.s.), il valore del carico, la frequenza o la gamma di frequenze per le quali è misurata e la condizione di misurazione (se su un solo canale o con tutti e due i canali funzionanti).

La potenza per canale con un solo canale funzionante è generalmente più elevata di quella misurata con entrambi i canali funzionanti.

Banda di potenza

La banda di potenza per la quale una determinata potenza è erogata generalmente riferita allo 0,5% o all'1% di distorsione armonica. La *banda passante a metà potenza* è la banda passante tra gli estremi della banda considerata quando la potenza diminuisce di 3 dB.

Fattore di smorzamento

È il rapporto tra la resistenza di carico e la resistenza interna dell'amplificatore. Così, se la resistenza interna dell'amplificatore è di 0,1 Ohm e la resistenza di carico è di 8 Ohm, il fattore di

smorzamento è 80. Un fattore elevato migliora, ma entro un certo limite, lo smorzamento elettromagnetico dell'altoparlante.

Distorsione armonica

È generalmente espressa in percentuale della potenza di uscita, dopo aver sommato tutte le armoniche, ed è designata con l'espressione « distorsione armonica totale » (THD) (vedi anche *Distorsione*). Un buon amplificatore hi-fi ha una distorsione minore dello 0,1% sulla gamma da 20 a 20 000 Hz.

Distorsione di intermodulazione

È una espressione per designare la non linearità di ampiezza che è misurata mediante analisi dei componenti di intermodulazione allorché due segnali di differente frequenza e specifica ampiezza sono immessi simultaneamente nell'amplificatore (vedi anche *Distorsione*).

La distorsione di intermodulazione (IMD) è generalmente più elevata della THD, sebbene in progettazioni di elevato standard esse siano quasi uguali, in relazione alle condizioni di misurazione dell'IMD.

Risposta in frequenza

La risposta in frequenza è espressione delle deviazioni del fattore di amplificazione con riferimento alla frequenza di 1 kHz, corrispondente ad un guadagno di 0 dB quando nell'amplificatore transita un segnale di basso livello (intorno ad 1 W). In questo modo dire che l'amplificatore ha una risposta in frequenza di 20 Hz — 20 kHz ± 1 dB significa dire che la sua uscita è costante entro + 1 dB e — 1 dB in relazione allo 0 dB a 1 kHz, sulla gamma di frequenze da 20 Hz a 20 kHz.

La *gamma di frequenza* a cui l'amplificatore risponde rimane essenzialmente senza significato dal momento che indica soltanto la gamma di frequenze alla quale l'apparecchio risponde senza dare la potenza e le deviazioni di guadagno.

Diafonia

Questo termine indica la quantità di segnale ceduto da un canale all'altro o da un circuito ad un altro. Il termine *separazione* stereo è più diffusamente usato per definire la diafonia tra canali stereo o quadrifonici. Per esempio, se la tensione del segnale di un canale senza il segnale udibile è 1000 volte al di sotto di quella di un canale nel quale sia presente un segnale udibile allora la separazione è di 1000: 1 il che equivale a 60 dB in termini di fattore di tensione.

RAPPORTO SEGNALE/RUMORE

È il fattore in deciBel tra la potenza nominale dell'amplificatore e l'uscita di segnale rumoroso. La misurazione può essere fatta sull'intera banda di potenza oppure sulla banda di potenza modificata dall'azione di filtri; in quest'ultimo caso si ottiene il rapporto segnale/rumore (S/N) *pesato*.

Un fattore pesato è più grande di un fattore non pesato in un dato amplificatore. Un apparecchio di 20 W per canale con un rapporto segnale/rumore di 70 dB erogherà soltanto 2 W di potenza costituiti da rumore.

Ronzio e rumore

Lo stesso che rapporto S/N con in più le componenti a bassa frequenza causate dal ronzio (50 Hz e armoniche relative) della tensione alternata di rete.

Sensibilità di ingresso

Il livello di segnale proveniente dalla sorgente, in termini di V r.m.s. a 1 kHz, necessari per dare all'uscita dell'amplificatore la sua potenza nominale (vedi anche *Ingressi delle sorgenti*).

Si tratta del livello massimo di segnale (1 kHz) in V r.m.s. che l'ingresso fono può accettare prima del clipping o di uno specifico livello di distorsione.

Il *margine di saturazione* è il rapporto tra questo segnale e la sensibilità in deciBel. Per esempio se la soglia di saturazione è 100 mV e la sensibilità nominale di ingresso è 2 mV, il margine di saturazione è 50: 1, vale a dire 34 dB.

PROTEZIONE

Gli amplificatori hi-fi sono protetti da fusibili contro i sovraccarichi. Quando si rende necessaria una sostituzione di essi, deve essere assolutamente usato un fusibile di valore corretto. Questo sistema di protezione agisce quando forti correnti di segnale circolano nei transistors di potenza il che per esempio avviene quando essi pilotano a massima potenza un carico di valore troppo basso (il che equivale ad un corto circuito).

Gli amplificatori che impiegano il sistema di accoppiamento diretto dei transistors all'altoparlante possono anche includere ulteriori circuiti di protezione che disinseriscono automaticamente l'altoparlante in caso di errori che causano l'aumento inopinato della tensione nel circuito di uscita. Senza questa protezione la corrente continua circolerebbe attraverso l'altoparlante e se raggiungesse un valore troppo elevato un fusibile fonderebbe.

RONZIO DA CIRCOLO DI MASSA

Questa condizioni particolare, chiamata talvolta « circolo di terra » può verificarsi in presenza di doppia connessione a terra come mostrato in Fig. 1.20.

Se, come illustrato dal disegno, anche l'apparecchio sorgente di programma è collegato a terra oltre all'amplificatore si formerà un circuito chiuso tra le due connessioni di terra e le schermature dei cavetti di collegamento tra l'amplificatore e la sorgente. Ciò provocherà la circolazione di corrente di rete a 50 Hz.

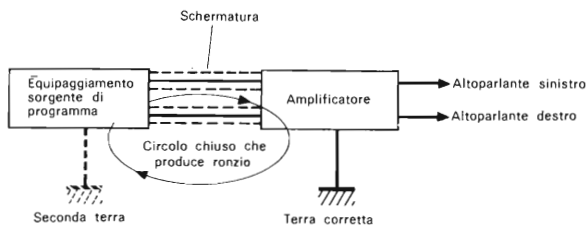



Fig. 1.20 Illustrazione della condizione di circolo delle masse (ronzio). Vedi il testo per i dettagli.

Dal momento che questo può causare il passaggio di piccole quantità di tensione a 50 Hz attraverso l'ingresso dell'amplificatore si avrà, in questo caso, la sovrapposizione di ronzio sul segnale programma. Un ronzio accompagnerà quindi la riproduzione.

Poiché la tensione del ronzio è molto bassa, l'ingresso più sensibile tra quelli di un amplificatore e cioè l'ingresso fono magnetico, sarà anche il più sensibile a questo disturbo.

Le frequenze armoniche di quella di 50 Hz (cioè 100, 150, 200 Hz, etc.) possono esse pure entrare nell'amplificatore ed in questo caso provocheranno un forte ronzio durante la riproduzione musicale.

Se questo disturbo sparisce portando al minimo il controllo di volume, allora una condizione di circuito di massa è certamente responsabile di esso; in questo caso occorre controllare con attenzione il collegamento a terra del complesso. Se il ronzio permane, comunque, anche con il volume dell'amplificatore tenuto al minimo, allora si dovrà arguirne che il filtraggio operato dall'alimentatore dell'amplificatore sulla tensione di rete non è adeguato.

RUMORE

Il termine rumore nel campo hi-fi si riferisce generalmente al « sibilo » diffuso dall'altoparlante quando l'amplificatore lavora ad alto guadagno (cioè con la manopola del volume al massimo) senza segnale proveniente da una sorgente. Il rumore è un segnale

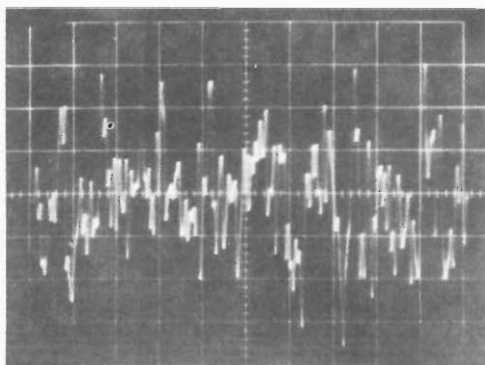



Fig. 1.21 Oscillogramma del rumore ad ampio spettro.

elettrico che copre un'ampia banda di frequenze con andamento casuale originata dal movimento casuale degli elettroni in un circuito attivo o passivo.

I piccoli segnali rumorosi vengono amplificati ed appaiono nell'altoparlante insieme al segnale programma. In ogni caso, in condizioni normali di funzionamento la potenza elettrica del rumore che raggiunge l'altoparlante non dovrebbe essere maggiore di 2×10^{-6} W. Le prestazioni in termini di rumore sono espresse in dB (rapporto segnale/rumore o S/N) (vedi *Parametri*). Un oscillogramma relativo a rumore è mostrato in Fig. 1.21.

UNITÁ DI CONTROLLO

L'unità di controllo è la parte di circuito, comprendente i controlli dell'amplificatore, che precede la sezione di potenza, oppure, in un amplificatore non integrato, è l'apparecchiatura separata comprendente la parte di circuito suddetta, mentre la sezione di potenza è costituita da un'altra apparecchiatura.

USCITA REGISTRATORE

Il segnale che esce dall'apposita presa di collegamento ai registratori sul retro di un amplificatore è dell'ordine di circa 200 mV, ma questo livello può essere regolabile mediante un

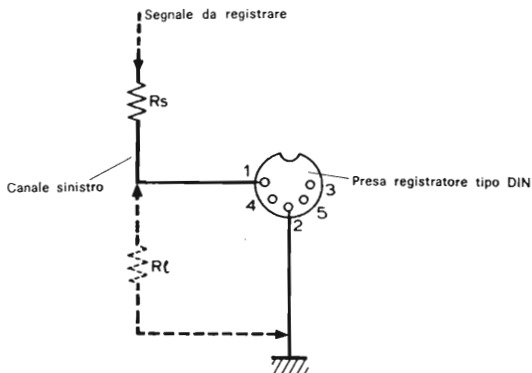



Fig. 1.22 Amplificatore Armstrong 621. Sull'apparecchio è presente un attenuatore del livello del segnale da registrare.

controllo di sensibilità (in questo caso di uscita) allo scopo di essere adattato a differenti sensibilità di ingresso di vari registratori.

Nel caso sia impiegato il sistema DIN (vi può essere una uscita registratore sistema DIN in aggiunta all'uscita tipo RCA « fono ») il livello del segnale in uscita è più basso.

Il livello del segnale, infatti, dipende dal carico di ingresso del registratore, nel senso che più alto è il valore del carico, più alto è il livello del segnale. Questo accade perché viene impiegato il tipo di accoppiamento cosiddetto a « corrente costante » che prevede in sostanza l'uso di una resistenza di elevato valore in serie al segnale in uscita.

Lo standard di uscita di un collegamento DIN è di 0,1-2mV di tensione di uscita ogni kOhm di resistenza di carico; è comune, in generale, una uscita di 40 mV su 50 kOhm.

II. Altoparlanti

ADATTAMENTO

Per gli altoparlanti questo termine generalmente significa che l'impedenza dell'altoparlante è di valore adatto al carico richiesto dall'amplificatore. La maggior parte degli amplificatori accetterà un'impedenza da 8 a 16 Ohm. Alcuni accetteranno impedenze fino a 4 Ohm senza inconvenienti. La potenza erogata dall'amplificatore generalmente aumenta con il diminuire della impedenza di carico (vedi Cap. I).

ALTOPARLANTE CONCENTRICO

È un tipo di altoparlante nel quale i coni per le basse frequenze e per le alte frequenze (o i diaframmi relativi) sono montati in un telaio comune, ma pilotati separatamente per mezzo di un crossover adatto.

ALTOPARLANTE A DOPPIO CONO

Si tratta di un altoparlante che ha un cono grande per la riproduzione delle frequenze basse e medie ed un cono piccolo e rigido per le frequenze acute, entrambi pilotati da una sola bobina mobile.

Alle basse frequenze il cono grande vibra maggiormente, mentre le contemporanee scarse vibrazioni del cono piccolo hanno poca influenza sul volume sonoro. Alle frequenze elevate il cono piccolo, più rigido e di massa minore comincia a vibrare

estendendo la risposta sulle alte frequenze. Questa tecnica permette ad un solo altoparlante di reagire ad una vasta gamma di frequenze musicali.

ALTOPARLANTE ELETTROSTATICO

Tipo di altoparlante il cui modus operandi è basato sul principio elettrostatico invece che su quello elettromagnetico (che impiega una bobina mobile). Un esempio molto noto di altoparlante elettrostatico è il Quad Electrostatic (fabbricazione Acoustical Manufacturing Company Ltd - Gran Bretagna).

ALTOPARLANTE A NASTRO

È un altoparlante per le alte frequenze che impiega come diaframma vibrante un sottile nastro metallico ondulato di piccola massa, sospeso tra i poli di un potente magnete.

Il nastro costituisce sia il diaframma che emette il suono, sia il conduttore attraverso il quale passa la corrente del segnale ad alta frequenza. Quando la corrente attraversa il nastro si produce un campo magnetico che interagisce con quello permanente prodotto dal magnete: in conseguenza il nastro vibra alla frequenza del segnale che lo attraversa.

Il rendimento acustico di questo dispositivo è sovente aumentato per mezzo di una tromba (come nei Decca DK 30 e « London »). La piccola massa del nastro assicura un'ottima risposta ai segnali transienti (segnali di tipo impulsivo). Per migliorare la dispersione la Decca produce e vende anche una lente acustica per i modelli suddetti.

BAFFLE

Si dice baffle un qualsiasi sistema di montaggio dell'altoparlante il quale, se fosse lasciato vibrare senza alcun tipo di baffle, non darebbe buone prestazioni, in quanto le onde sonore prodotte dal cono posteriormente interferirebbero con quelle simultaneamente prodotte anteriormente.

Il più semplice tipo di baffle è costituito da una assicella di

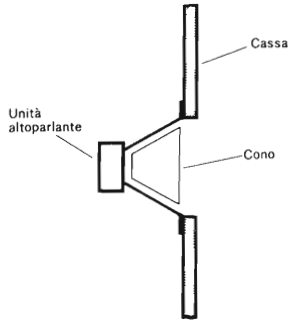



Fig. 2.1 Montaggio (baffle) su supporto piano che impedisce ai suoni di bassa frequenza irradiati dal retro della membrana di cancellare i suoni provenienti dal fronte.

legno con al centro un foro dietro il quale viene montato l'altoparlante, come mostra la Fig. 2.1.

Lo scopo del montaggio è quello di impedire la cancellazione dei suoni di frequenza più bassa ad opera delle onde prodotte posteriormente le quali non essendo in fase con quelle prodotte anteriormente causano interferenza. Il baffle aumenta il treno d'onde prodotto in avanti dal cono riducendo in questo modo l'effetto di cancellazione.

La frequenza di taglio di un baffle è di circa 16 Hz corrispondenti ad una lunghezza d'onda di 21 m. Baffle più piccoli, però, taglieranno i bassi prima, con una pendenza di attenuazione di circa 12 dB per ottava sotto la frequenza critica (praticamente la minima riproducibile).

È chiaro che l'uso di baffle molto grandi allo scopo di permettere la riproduzione delle frequenze più basse, è incompatibile con l'ambiente domestico nel quale sono posti generalmente gli impianti quadrifonici e stereofonici. Di qui la necessità di montaggi in casse più piccole che permettano un ragionevole responso alle basse frequenze. Alcuni appassionati hanno impiegato una delle pareti divisorie del loro appartamento come baffle di grandi dimensioni, ma occorre osservare che, nonostante questo sistema dia buoni risultati, è generalmente necessario avvalersi di una cassa progettata più scientificamente per il miglior rendimento acustico degli odierni altoparlanti.

BAFFLE INFINITO

Questo termine è comunemente usato per descrivere un altoparlante montato in modo tale che non vi sia comunicazione alcuna tra la parte anteriore e quella posteriore del cono. Può anche riferirsi ad un baffle piatto di dimensioni « infinite » (vedi anche *Baffle* e *Sospensione pneumatica*).

BASS REFLEX

Se si monta l'altoparlante in una cassa acustica nella quale sia stata praticata un'apertura, il comportamento dell'altoparlante e la sua resa cambiano considerevolmente. La risonanza tipica così introdotta può essere, se correttamente calcolata, sfruttata per migliorare il rendimento sulle basse frequenze e la riproduzione. Questo tipo di cassa è chiamata reflex o *aperta* e l'apertura è detta anche *porta*.

Le dimensioni della cassa e dell'apertura debbono essere attentamente calcolate in funzione della risonanza fondamentale dell'altoparlante allo scopo di ottenere i migliori risultati e, in generale, la capacità della cassa è maggiore di quella di una cassa a sospensione pneumatica (detta anche a « baffle infinito »).

La massa d'aria che esce dall'apertura vibra quando è eccitata dai movimenti del cono ad una frequenza tipica dipendente

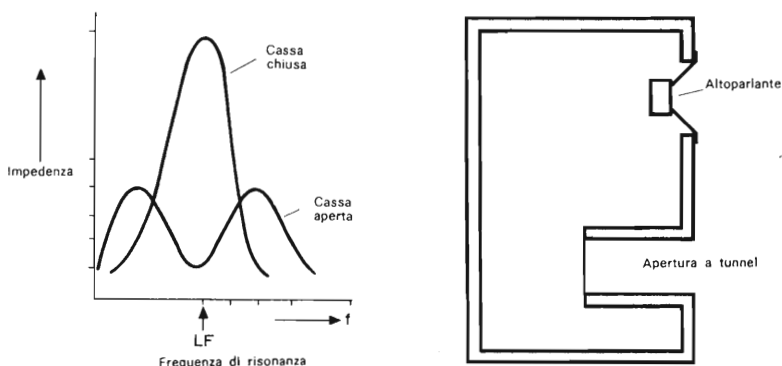



Fig. 2.2 (sinistra) Caratteristiche di impedenza della cassa di tipo bass-reflex comparate con quelle della cassa completamente chiusa (vedi testo)

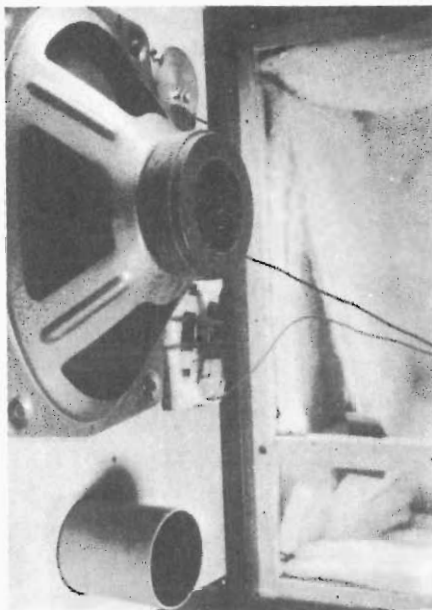



Fig. 2.3 Tubo di accordo montato sull'apertura circolare.

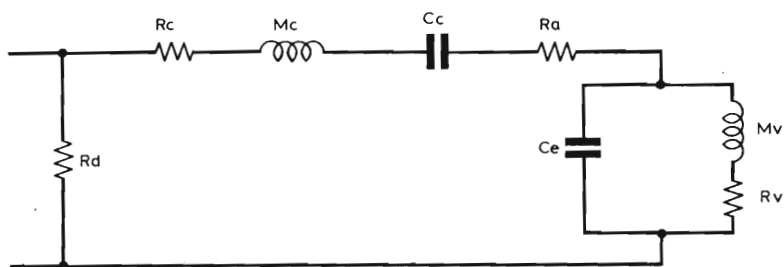



Fig. 2.4 Analogo elettrico del diffusore bass-reflex. Il circuito accordato in parallelo rappresenta la cassa la cui impedenza è massima alla frequenza di risonanza. C_e è la reattanza (vale a dire la « compattezza » dell'aria imprigionata nel contenitore), M_v è la massa dell'aria che attraversa l'apertura ed R_v è la resistenza dell'aria che attraversa l'apertura. I restanti componenti si riferiscono all'altoparlante. R_d è lo smorzamento elettromagnetico, R_c la resistenza della sospensione del cono, M_c la massa del cono, C_c la sua cedevolezza ed R_a la resistenza dell'aria circostante al cono.

dalle dimensioni della cassa e dell'apertura stessa; l'onda sonora proveniente dalla parte posteriore del cono si rinforza fino ad un massimo. Intorno a questa frequenza l'emissione dell'aria dalla porta è in fase con l'emissione d'aria provocata dal cono, in modo che la resa sui bassi viene notevolmente aumentata.

Al di qua e al di là della frequenza di risonanza il carico dell'altoparlante diminuisce in modo che la curva caratteristica dell'impedenza presenta due picchi, tipici in un altoparlante montato in cassa bass reflex, ma di ampiezza minore del solo picco mostrato dalle caratteristiche di impedenza di un altoparlante montato in cassa a sospensione pneumatica, detta anche cassa completamente chiusa (vedi Fig. 2.19).

Più bassa è la risonanza fondamentale dell'altoparlante, maggiore è il volume necessario per la cassa il che, in generale, significa che più bassa è la frequenza minima che si desidera riprodurre, più grande deve essere la cassa. Comunque è possibile ottenere una bassa frequenza di risonanza in una cassa di dimensioni minori di quelle teoricamente richieste, fornendo l'apertura di un « tubo di accordo », come mostra la Fig. 2.3.

Per ridurre l'ampiezza dei due picchi di impedenza (Fig. 2.2) e ottenere un migliore controllo del cono su una più estesa gamma di frequenze viene sovente impiegata una unità di resistenza acustica che copre l'intera apertura o parte di essa (vedi *Unità di resistenza acustica*).

L'analogo elettrico della cassa bass reflex è mostrato in Fig. 2.3.

BOBINA MOBILE

Una bobina mobile è un trasduttore elettromagnetico impiegato negli altoparlanti dinamici. Questo tipo di altoparlante è il più comunemente usato nei sistemi ad alta fedeltà, sebbene l'altoparlante elettrostatico e l'altoparlante a nastro siano sovente impiegati per la riproduzione delle frequenze acute.

In generale, più grande è l'altoparlante più bassa è la frequenza minima che esso può riprodurre. Questa è la ragione per la quale gli altoparlanti destinati alla riproduzione delle basse frequenze hanno dimensioni fisiche maggiori di quelli per le medie e le alte frequenze. L'attitudine a riprodurre certe frequenze piuttosto che altre dipende, oltre che dalle dimensioni del cono, anche dalla sua massa (o dalla massa del diaframma quando è impiegato al posto del cono) e dalla cedevolezza della sua so-

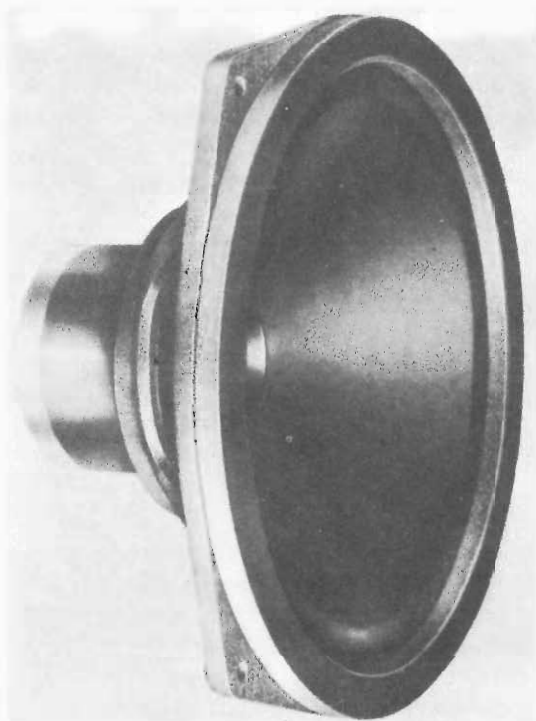
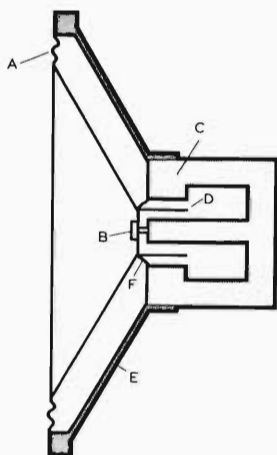



Fig. 2.5 Costruzione di un altoparlante a bobina mobile, dove A è la sospensione del cono, B è il centratore della bobina mobile, C il magnete permanente che genera un forte flusso magnetico sul traferro dove si muove la bobina mobile D, F è invece uno schermo che protegge la bobina mobile e le espansioni polari dalla polvere; E rappresenta lo chassis dell'altoparlante che deve essere esente da risonanze proprie.

spensione. Massa e cedevolezza elevate significano una bassa frequenza di risonanza (vedi *Risonanza in aria libera*), frequenza di risonanza che può essere sfruttata per ovviare all'effetto di fattori diversi che tendono a ridurre il rendimento dell'altoparlante intorno a quell'ordine di frequenze.

Gli altoparlanti destinati a riprodurre frequenze alte, particolarmente gli altoparlanti tweeters, hanno bisogno di diaframmi di massa molto piccola e di sospensioni meno cedevoli, dal momento che, in questi altoparlanti, occorre ridurre l'inerzia e ottenere una fedele resa di segnali molto rapidi di tipo impulsivo (transienti).

Un altoparlante a bobina mobile è mostrato nella Fig. 2.5 con le sue caratteristiche principali. Il funzionamento dell'altoparlante è basato sull'interazione tra il campo magnetico prodotto dalla corrente che passa attraverso la bobina e il campo magnetico permanente prodotto da un magnete ad alta densità di flusso.

La bobina mobile si muove liberamente tra i poli attraverso i quali si sviluppa un forte campo magnetico concentrato. Questo significa che la bobina mobile, e conseguentemente il cono ad essa solidalmente unito, si muove come un pistone in simpatia con la corrente di segnale proveniente dall'amplificatore; il cono, in ultima analisi, produce, oscillando, compressioni e rarefazioni dell'aria circostante le quali non sono altro che onde sonore.

CAMPO LIBERO

Questo termine si riferisce all'ambiente acustico nel quale le onde sonore si propagano senza ostacoli di sorta. Le condizioni di campo libero si hanno, per esempio, in aria libera quando le onde provenienti dalla sorgente di suono non incontrano superfici che le riflettono o ne impediscono la propagazione.

Alcune misure degli altoparlanti sono spesso condotte in condizioni di campo libero. Poiché però è molto difficile fare queste misurazioni all'aria aperta, le condizioni di campo libero sono spesso simulate in una camera appositamente rivestita di materiali completamente fonoassorbenti. Una tale camera è chiamata *camera anecoica* che significa esente da riverberazioni.

CASSA ACUSTICA

Una cassa acustica è il contenitore nel quale gli altoparlanti sono montati. Essa provvede a caricare acusticamente l'altoparlante per i bassi e le sue dimensioni e caratteristiche sono critiche, dovendo essere accuratamente calcolate in relazione ad esso (vedi anche *Sospensione pneumatica*, *Baffle infinito*, *Bass reflex* etc.).

COLORAZIONE

Lo scopo dell'alta fedeltà è la riproduzione del suono con le più piccole differenze possibili rispetto all'originale. Molti fattori influenzano la riproduzione del suono, inclusi i procedimenti di incisione, varie distorsioni, sebbene di piccola entità, date dall'amplificatore e dagli altoparlanti e infine dai cambiamenti del suono provocati sia dall'altoparlante stesso che dall'acustica degli ambienti d'ascolto.

Il termine colorazione si riferisce spesso ad alterazioni del suono causate dall'altoparlante. Tutti gli altoparlanti, avendo una propria « voce », generano una certa « colorazione », sebbene alcuni siano meno « colorati » di altri. Questa è la ragione per la quale altoparlanti di diversa fabbricazione tendono a suonare diversamente negli stessi ambienti e con lo stesso amplificatore.

Le preferenze di un ascoltatore critico vanno ad un sistema di altoparlanti con il minimo possibile di colorazione, il che avviene in progettazioni per le quali le risonanze siano state accuratamente eliminate e le cui caratteristiche di risposta in frequenza siano esenti da ineguaglianze eccessive. Alcune porzioni dello spettro acustico possono assumere particolarmente certe colorazioni, per le quali sono stati coniati i termini di « colorazione dei bassi », « colorazione dei medi », etc.

Anche l'ambiente d'ascolto può essere responsabile di colorazioni nella riproduzione, causate da risonanze, che possono sommarsi o annullarsi reciprocamente con quelle dell'altoparlante. È perciò consigliabile, se possibile, provare sempre un sistema di altoparlanti nella stanza destinata all'ascolto, prima di acquistarlo.

Per scoprire colorazioni dovute a risonanze e a picchi nella curva di risposta è spesso impiegato il cosiddetto « rumore ro-

sa » (segnale contenente tutte le frequenze del campo udibile), ma questo test richiede la comparazione dei risultati con quelli forniti da un altoparlante di riferimento che serva da paragone.

CROSSOVER

Il crossover è un tipo di divisore di frequenze (vedi *Divisore di frequenze*) che seziona il segnale che giunge al diffusore in due parti, l'una destinata a pilotare l'altoparlante dei bassi, l'altra a pilotare l'unità per le frequenze acute (vedi Fig. 2.6).

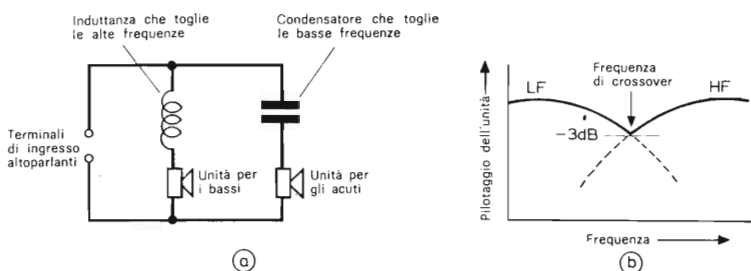



Fig. 2.6 Semplice circuito divisore di frequenze o di crossover (a) e illustrazione della sua risposta (b). Con altoparlanti di 15 Ohm si ottiene una frequenza di incrocio di 5 kHz utilizzando una induttanza di 0,5 mH e una capacità di 2 μF.

DIRETTIVITA'

Alle basse frequenze il suono irradiato da un sistema di altoparlanti è essenzialmente omnidirezionale il che significa che la sua uscita è uguale in tutte le direzioni. Con l'aumentare della frequenza l'angolo di irradiazione tende a diminuire e, per le altissime frequenze diviene praticamente molto piccolo in modo che queste ultime vengono diffuse solo su un ristretto fascio.

Una buona dispersione delle alte frequenze è ricercata dalla maggior parte dei progettisti, dal momento che l'eccessiva direzionalità (o direttività) di un sistema di altoparlanti alle alte frequenze può influenzare l'immagine stereofonica, causando un effetto di ping-pong del suono piuttosto innaturale.

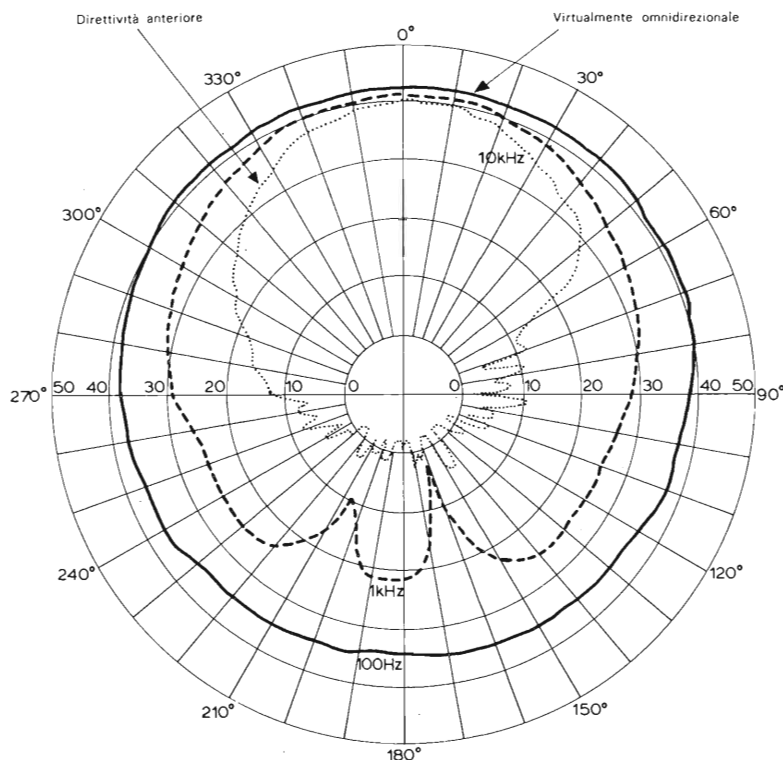



Fig. 2.7 Esempio di diagramma polare a 360° che mostra la direttività

Un diagramma di risposta polare mostra l'intensità del suono su un angolo di 360° o di 180°: il test condotto per diverse frequenze evidenzia come la dispersione decresca con il crescere della frequenza (Fig. 2.7).

DISTORSIONE

Un sistema di altoparlanti può essere affetto da vari tipi di distorsione, incluse la distorsione transiente e quella non-lineare (vedi *Colorazione* e *Fattore di smorzamento*). La distor-

sione di frequenza si manifesta con disuguaglianze nel diagramma della pressione sonora. Come negli amplificatori, la non linearità delle caratteristiche di trasferimento si traduce, man mano che i bassi e gli acuti vengono riprodotti con attenuazione, in introduzione di armoniche (vedi *Raddoppio di frequenza*) e in intermodulazione.

Sebbene la deflessione fondamentale elettromagnetica del cono sia lineare, la non linearità può prodursi alle estremità della deflessione a causa della resistenza della sospensione del cono stesso e da movimenti più deboli della bobina quando questa si muove in zone di campo magnetico meno intenso. Di qui ne discende che la distorsione non-lineare è più frequente quando il cono è pilotato a piena potenza.

Effetti di distorsione possono aversi anche in conseguenza di inadeguato smorzamento di risonanze proprie della cassa; particolarmente le risonanze interne che vengono trasmesse al cono dell'altoparlante per i bassi. L'eccessiva distorsione causa una generale impressione di « impastamento » accompagnata da mancanza di chiarezza.

La distorsione di intermodulazione può anche causare la modulazione di una nota ad alta frequenza ad opera di una nota a bassa frequenza. La *distorsione Doppler* si riferisce ad un cambiamento di altezza delle note che si ha quando il cono che irradia le frequenze acute ha una notevole deflessione anche a frequenze più basse.

DIVISORE DI FREQUENZE

È un filtro passivo o attivo (quest'ultimo fà impiego di transistors o valvole) che divide il segnale audio applicato ad un sistema di altoparlanti in bande di frequenza più ristrette destinate a pilotare ciascuna un altoparlante. Quando il sistema di altoparlanti (diffusore) comprende due unità, una per i bassi, l'altra per gli acuti, il termine crossover viene talvolta usato da qualcuno per designare il filtro (vedi *Crossover*).

Uno schema a blocchi di un divisore di frequenze a tre vie è mostrato in Fig. 2.8.

Filtri divisori di frequenze passivi (che impiegano perciò elementi passivi quali induttanze e capacità) si trovano nei diffusori acustici che impiegano più altoparlanti destinati ciascuno a riprodurre una gamma di frequenze. In un divisore a tre vie

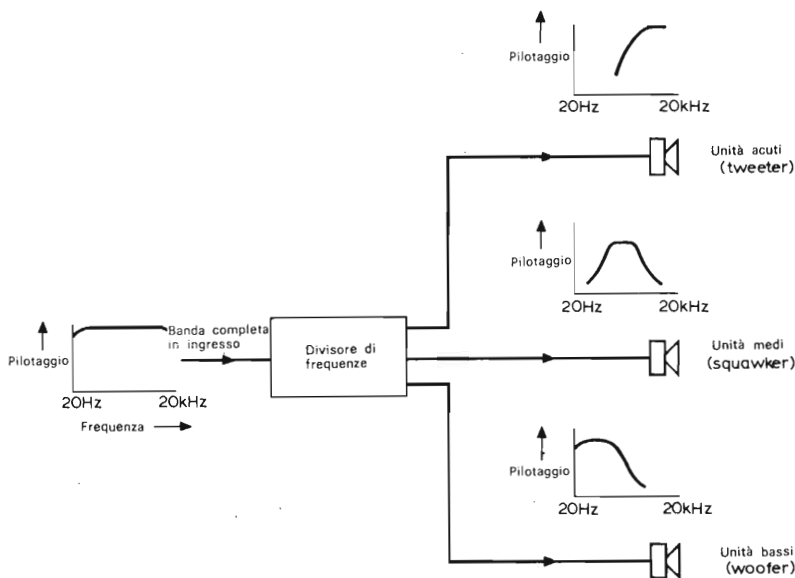



Fig. 2.8 Schema a blocchi di un divisore di frequenze che mostra le caratteristiche di filtro.

vi sono tre sezioni di filtro: passa-alto per il tweeter, passa-banda per lo squawker (o mid-range) e passa-basso per il woofer.

La progettazione è critica dal momento che i filtri debbono adattarsi alle impedenze dei vari altoparlanti e che le frequenze di taglio (frequenze di crossover o di turnover) debbono essere accuratamente calcolate per evitare che ad un altoparlante giunga potenza ad una frequenza alla quale esso per le sue caratteristiche costruttive non è in grado di rispondere. In più l'integrazione delle uscite dei tre altoparlanti deve tradursi in una curva di pressione sonora esente da eccessive disuguaglianze, da picchi o buchi alle frequenze di taglio.

I filtri possono essere unipolari, e in questo caso danno una pendenza di attenuazione di 6 dB per ottava, bipolari per una pendenza di 12 dB/ottava. In alcune progettazioni sono impiegati filtri unipolari e bipolari.

In alcuni diffusori è possibile controllare la quantità di potenza inviata al tweeter e, in alcuni casi anche la pendenza di

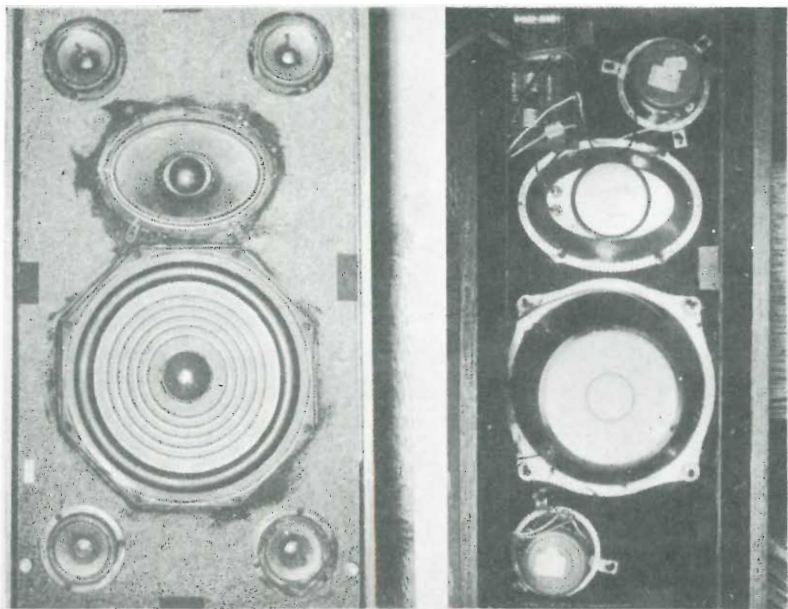



Fig. 2.9 (sinistra) Sistema diffusore con sei-altoparlanti. Fig. 2.10 (destra) Interno di un diffusore a quattro altoparlanti. Notare il divisore di frequenze nell'angolo superiore sinistro.

attenuazione delle frequenze acute e ciò per assicurare la miglior resa sonora negli ambienti d'ascolto.

Un divisore di frequenze attivo può avere simili prestazioni di filtraggio, ma impiega componenti attivi cioè transistors o (ormai raramente) valvole. La divisione delle frequenze viene in questo caso effettuata a bassa potenza e le uscite del filtro vengono poi inviate ad amplificatori di potenza, uno per ciascuna sezione della banda di frequenze, che a loro volta pilotano i singoli altoparlanti.

In progettazioni che comprendono più di tre altoparlanti possono essere usati divisori più complicati o più divisori connessi tra loro in parallelo. La Fig. 2.9 mostra un diffusore a sei altoparlanti. La Fig. 2.10 rappresenta invece l'interno di un diffusore a quattro altoparlanti con il divisore di frequenze sistemato in un angolo.

FATTORE DI SMORZAMENTO

L'altoparlante, oltre che meccanicamente per via del suo montaggio in una cassa, è anche smorzato elettromagneticamente. Se prendiamo un altoparlante a bobina mobile e spingiamo il cono all'indietro con la pressione di un dito, ci accorgiamo che ci vuole una quantità di pressione significativamente più grande se i suoi terminali sono in corto circuito invece che a circuito aperto.

La ragione di ciò è che quando il cono è deflesso la bobina mobile taglia le linee magnetiche di forza; nell'avvolgimento si genera allora una forza elettromotrice, come in una dinamo; un corto circuito tra i terminali produce una corrente che circola attraverso la bobina. Questa a sua volta produce un campo magnetico attorno all'avvolgimento che interagisce con il campo prodotto dal magnete permanente in modo che per ottenere la stessa quantità di deflessione del cono è necessaria una forza maggiore.

Questo è il principio basilare dello smorzamento elettromagnetico, ma occorre considerare che sarebbe impossibile, in pratica, cortocircuitare i terminali dell'altoparlante dal momento che

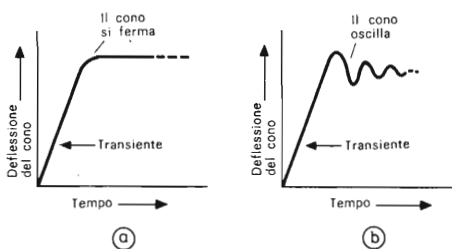



Fig. 2.11 Il cono di un altoparlante con smorzamento ottimale seguirà un segnale transitorio come mostrato in (a), mentre lo smorzamento inadeguato tende a produrre sovraoscillazioni (b).

ciò danneggerebbe i transistors di potenza dell'amplificatore o, nella migliore delle ipotesi, fonderebbe i fusibili di protezione.

Il nostro altoparlante è collegato con una sorgente di bassa resistenza interna (l'amplificatore!) cioè di resistenza come l'altoparlante la « vede » quando è collegato all'amplificatore. La resistenza interna dell'amplificatore è funzione della progettazione dell'amplificatore stesso e del fattore di controreazione in

esso introdotto per ridurre la distorsione e livellare il responso di frequenza.

Alcuni amplificatori hanno una resistenza interna tanto bassa da essere dell'ordine di 0,1 Ohm il che, dal « punto di vista » dell'altoparlante, sarebbe virtualmente un cortocircuito. Il fattore di smorzamento è il rapporto tra l'impedenza nominale dell'amplificatore e la sua impedenza interna. Così se l'impedenza nominale è 8 Ohm e questo è il valore di impedenza dell'altoparlante collegato all'amplificatore il fattore di smorzamento sarà dato dal rapporto 8/0,1 cioè 80.

In pratica comunque le cose non vanno così lisce come spiegato in quanto l'altoparlante non provvede un carico resistivo costante lungo tutto l'arco delle frequenze riprodotte, ma tende a variare la sua impedenza con il variare della frequenza, essendo nominalmente resistivo a circa 400 Hz. Inoltre l'altoparlante è separato dalla impedenza interna della sorgente dalla resistenza propria dei cavetti di collegamento e possibilmente anche dalla impedenza del crossover o divisore di frequenze. Conseguentemente lo smorzamento della sorgente applicato all'altoparlante sarà significativamente minore della resistenza interna dell'amplificatore.

Cionondimeno, il *fattore di smorzamento di un amplificatore* è un parametro indicativo specialmente se misurato a basse frequenze, dal momento che, generalmente è l'altoparlante per i bassi (woofer) che richiede il massimo smorzamento. Quando un altoparlante a bobina mobile (altoparlante dinamico) riceve un segnale transiente (segnale molto rapido di brevissima durata e di tipo impulsivo) il suo cono reagisce con un'improvvisa e breve deflessione. Appena il transiente finisce il cono dovrebbe immediatamente ritornare ad una posizione di riposo, come mostrato in Fig. 2.11 (a).

Senza sufficiente smorzamento, comunque, il cono tende ad avere una iperdeflessione e ad oscillare avanti e indietro con intensità decrescente, come mostra la Fig. 2.11 (b). L'iperdeflessione e l'oscillazione costituiscono una forma di distorsione transiente che rovina la qualità tonale della riproduzione e che talvolta è responsabile di un basso « rimbombante » (cosiddetto basso a una sola nota).

Deve essere chiaro naturalmente che la bassa resistenza interna di un amplificatore non è causa essa stessa di consumo di potenza. Dal punto di vista dello smorzamento la forza elettro-

motrice prodotta dall'iperdeflessione e dalle oscillazioni del cono (Fig. 2.8 (b)) attiva il circuito di controreazione dell'amplificatore in modo da inibire il movimento oscillatorio del cono — in pratica una specie di servo controllo.

FREQUENZA DI TAGLIO

È la frequenza limite dello spettro acustico, verso l'alto e verso il basso ed è generalmente intesa come la frequenza alla quale la potenza diminuisce di 3 dB (metà potenza) in relazione

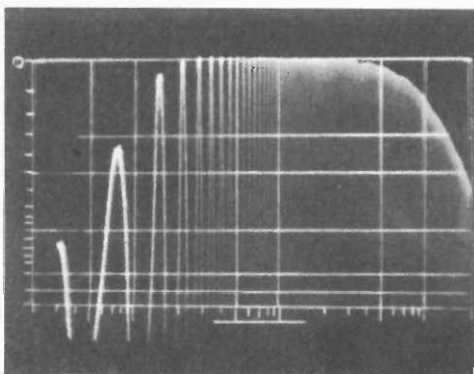
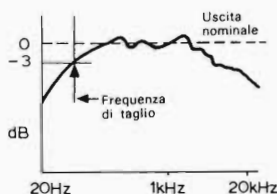



Fig. 2.12 (a) Definizione della frequenza di taglio. (b) Risposta alla frequenza « sweep » (segnale continuo con frequenza crescente da 20 a 20000 Hz) di un sintonizzatore FM. Il punto di inizio dell'attenuazione a —3 dB (turnover) è situato a circa 15000 Hz.

alla potenza di uscita nominale (fissata a 0 dB). Nel caso di un altoparlante la frequenza inferiore di taglio può essere rappresentata dalla Fig. 2.12. Un altro termine impiegato è frequenza di turnover.

IMPEDENZA

È la resistenza opposta da un circuito al fluire di una corrente alternata, come la corrente di segnale, ed è il risultato

della integrazione complessa della reattanza induttiva ($X_L = 2\pi fL$), della reattanza capacitiva ($X_c = 1/\ 2\pi fC$) e della resistenza pura (R) in modo che si abbia Z (impedenza) = $\sqrt{(X^2 + R^2)}$, dove f è la frequenza in Hz, L è l'induttanza in Henry, C la capacità in Farad, R la resistenza in Ohm e X l'integrazione di X_L e X_c.

Dal momento che i componenti di un sistema di altoparlanti includono una induttanza (della bobina mobile e del divisore di frequenza), una capacità (risultante dalle capacità del crossover o divisore di frequenze e dalle capacità di avvolgimento degli elementi induttivi) ed una resistenza (degli elementi induttivi, dei cavetti ecc.) ne consegue che i terminali di un sistema di altoparlanti avranno un certo valore di impedenza per l'amplificatore.

Come la resistenza e la reattanza, l'impedenza è misurata in Ohm e poiché dipende dalla frequenza il valore di essa non sarà il medesimo a tutte le frequenze applicate all'altoparlante. L'impedenza è un parametro degli altoparlanti ed il valore generalmente dato non può essere che nominale. Si tratta in generale dell'impedenza a 400 Hz o a 1 kHz (vedi Fig. 2.13).

Come spiegato nel Cap. I l'impedenza degli altoparlanti è critica per alcuni amplificatori i quali erogano in genere maggior potenza su carichi bassi che non su carichi alti. Un valore di

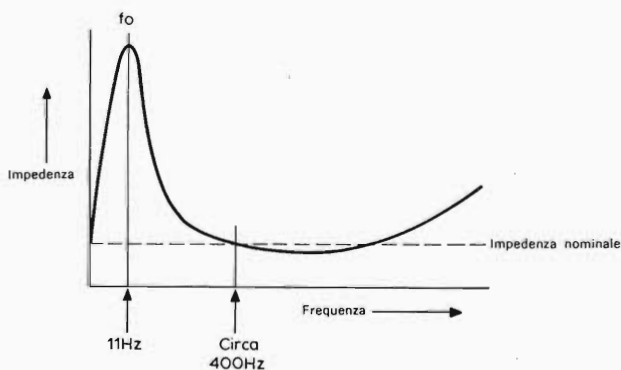



Fig. 2.13 Andamento dell'impedenza in funzione della frequenza in un altoparlante in aria libera. La frequenza di risonanza (f o) aumenta quando l'unità è montata in un contenitore, per esempio di tipo baffle infinito (sospensione pneumatica). Ciò è dovuto all'aria nella cassa che si aggiunge alla tendenza all'inerzia propria del cono in vibrazione (vedi testo).

impedenza troppo basso può azionare i circuiti di protezione dell'amplificatore, fondere i fusibili o, peggio, bruciare le giunzioni dei transitors finali. Un semplice ohmetro collegato tra i terminali dell'altoparlante misura la resistenza in corrente continua *non* l'impedenza.

ISOTERMICO

La presenza di materiale assorbente all'interno di una cassa acustica causa condizioni *isotermiche* (vale a dire di temperatura costante) dovute alla conservazione del calore risultante dai mutamenti di pressione dell'aria all'interno della cassa. Senza materiali assorbenti si hanno condizioni di *adiabaticità* cioè senza trasferimento di calore.

Dal momento che l'effettiva cedevolezza dovuta all'aria aumenta di un fattore pari a circa 1,4 nelle condizioni isotermiche rispetto a quelle adiabatiche, ne consegue che il materiale assorbente aumenterà l'effettivo volume della cassa, e in conseguenza la risonanza dei bassi, del 17% circa (vedi per esempio *Sospensione pneumatica*).

LABIRINTO

È un tipo di cassa acustica nel quale la parte posteriore del cono dell'altoparlante comunica con una lunga cavità ripiegata (labirinto) la cui apertura sbocca in fondo al pannello anteriore della cassa o sotto di essa. Con questo sistema le medie e alte frequenze sono emesse anteriormente dal cono stesso mentre le frequenze più basse escono dalla bocca del labirinto (vedi Fig. 2.14).

Le superfici interne sono rivestite con materiali acusticamente assorbenti per evitare la formazione di onde stazionarie alle frequenze superiori e le risonanze ad esse associate. La lunghezza totale della cavità è calcolata in base alla risonanza dell'altoparlante. Per ottenere una risposta di frequenza lineare, la frequenza la cui lunghezza d'onda corrisponde a 4 volte la lunghezza della cavità dovrebbe essere vicina alla frequenza di risonanza dell'altoparlante.

Se per esempio, la cavità è lunga 2,5 metri il quadruplo di

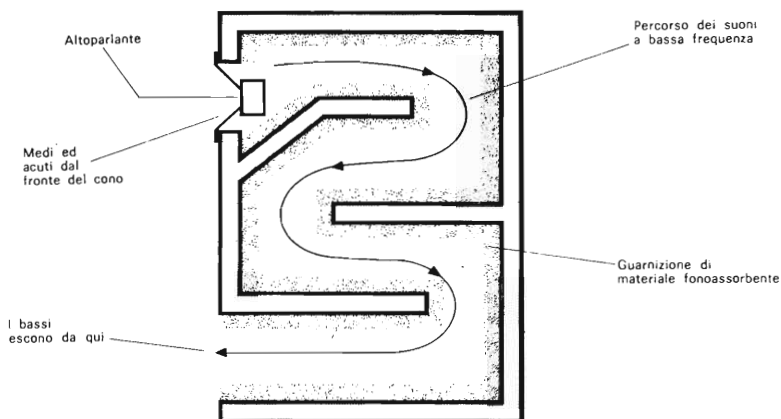



Fig. 2.14 Principio del diffusore a labirinto acustico. Vedi il testo per i dettagli.

questa misura è 10 metri e questa ultima lunghezza corrisponde a quella d'onda di una frequenza di 34 Hz.

MESSA IN FASE

Quando due o più altoparlanti sono destinati a produrre un medesimo campo sonoro, come nella stereofonia o nella quadrifonia, i coni o i diaframmi di tutti gli altoparlanti eccitati dallo stesso segnale dovrebbero muoversi tutti nella stessa direzione. Quando ciò accade si dice che gli altoparlanti sono in fase.

Se un cono o diaframma di un altoparlante si muove in avanti mentre quello di un altro altoparlante si muove all'indietro (con il medesimo segnale), allora si dice che gli altoparlanti sono fuori fase.

Il fuori fase tende a cancellare le frequenze basse e a confondere l'immagine stereofonica.

Allo scopo di fornire un aiuto a stabilire la fase corretta i terminali degli altoparlanti e quelli dell'amplificatore sono segnati con + o — oppure portano colori di riferimento.

In caso di dubbio occorre avvicinare tra loro fianco a fianco i due diffusori collegarli all'amplificatore e suonare un disco in monofonia il quale contenga una gran quantità di note molto basse. Se la quantità dei bassi *aumenta* quando si invertono i

terminali di un *solo* altoparlante, allora questa è la fase corretta tra i due altoparlanti.

OMNIDIREZIONALE

Molti diffusori tendono a diventare eccessivamente direttivi con l'aumentare della frequenza (vedi *Direttività*). La direzionalità eccessiva è comunque da evitare in quanto a causa di essa

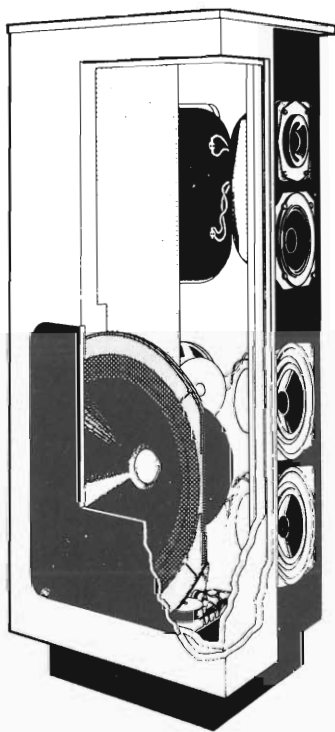



Fig. 2.15 Diffusore multialtoparlante Dimension 8 (Goodmans). Esso impiega un radiatore passivo (ABR), cinque unità per i bassi, due unità per i medi e due unità per gli acuti. Le frequenze di crossover sono situate a 80, 800, 4000 Hz e la risposta in frequenza va da 30 a 22000 Hz.

un ascoltatore posto, supponiamo, a 30° dall'asse del diffusore virtualmente non udrebbe più le frequenze acute.

Inoltre diffusori eccessivamente direttivi alle alte frequenze emettono un suono aspro proviene come da una sorgente puntiforme il che contribuisce alla fatica d'ascolto.

Le migliori progettazioni si formano di mantenere un'ampia e costante irradiazione a tutte le frequenze; un sistema costruttivo efficace è quello di usare due o più altoparlanti (talvolta due o più per gli acuti) ciascuno destinato a riprodurre una banda di frequenze relativamente ristretta. (Fig. 2.15).

Tutti i diffusori acustici sono essenzialmente omnidirezionali alle basse frequenze. I veri altoparlanti omnidirezionali, però, impiegano altoparlanti multipli sfruttando talvolta le proprietà riflettenti delle pareti e del soffitto dell'ambiente d'ascolto in modo che l'omnidirezionalità sia costante a tutte le frequenze.

Vi sono vari punti di vista circa i meriti e i demeriti di questo tipo di riproduzione specialmente per quanto riguarda l'immagine stereofonica, ma non vi è spazio qui per discuterne.

POTENZA SOPPORTABILE

È la massima potenza elettrica che può essere sopportata senza danni da un amplificatore. Sono in uso varie espressioni per definirla e in alcuni casi quella fornita dal costruttore dell'altoparlante può non corrispondere a quella continua sinusoidale erogata dall'amplificatore.

Per esempio una indicazione di 40 W di potenza musicale sopportabile significa che in realtà la potenza continua sinusoidale sopportata è pari è circa il 62% di 40 W vale a dire a 25 W circa.

D'altro canto alcuni costruttori forniscono il dato di potenza sopportabile in termini di sinusoidalità oppure indicano che l'altoparlante o il diffusore è adatto a sopportare una potenza dell'amplificatore di 40 W di segnale musicale (non di segnale continuo sinusoidale).

Sovraccaricare un altoparlante comporterà un notevole aumento della distorsione, specialmente alle frequenze più basse, un eccessivo riscaldamento dell'avvolgimento della bobina e, nella peggiore delle ipotesi, il distacco violento del cono del woofer dai suoi ancoraggi.

RADDOPPIO DI FREQUENZA

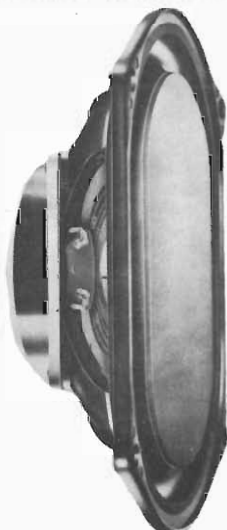
Quando si applica ad un altoparlante un segnale contenente una frequenza vicina a quella di taglio inferiore (cioè a quella minima riproducibile dall'altoparlante con attenuazione di 3 dB) si produce un suono di frequenza doppia di quella del segnale immesso. Questo fenomeno si chiama raddoppio di frequenza ed è causato dalla non-linearità della risposta dell'altoparlante ad un segnale in entrata.

A basse frequenze e a potenza abbastanza alta la deflessione del cono può essere piuttosto ampia. Le deviazioni della flessione rispetto alla quantità del segnale che giunge all'altoparlante tendono a produrre distorsione di seconda armonica che è responsabile del raddoppio di frequenza.

L'effetto è aggravato quando, nel tentativo di estendere la risposta sui bassi di un piccolo diffusore che non può riprodurre bassi estremi, si applica un ulteriore ammontare di potenza esaltando i bassi con il controllo di tono dell'amplificatore. Alcuni diffusori, particolarmente quelli mal calcolati o inadeguati, possono essere più suscettibili di altri a questo fenomeno.

RADIATORE PASSIVO

Sistema costruttivo associato al principio della cassa bass reflex e chiamato anche brevemente ABR (Auxiliary Bass Radiator). Il radiatore passivo è un cono o un diaframma accuratamente

Fig. 2.16 Radiatore passivo del diffusore Celestion Ditton 15

calcolato rispetto alla massa e alla cedevolezza che entra in vibrazione per effetto della pressione dell'aria che si crea nella cassa durante la riproduzione delle basse frequenze. Esso prende il posto dell'apertura delle casse bass reflex.

Il radiatore passivo comincia a vibrare a bassa frequenza in relazione alla sua progettazione e alla concezione della cassa, iniziando a riprodurre le frequenze più basse dal punto in cui la potenza normalmente cade; muovendosi in fase con le vibrazioni dell'altoparlante dei bassi (woofer) aumenta la restituzione nella regione bassa della banda acustica.

Dal momento che esso rende possibile lo spostamento di un maggior volume d'aria, le dimensioni della cassa possono essere minori di quelle di una cassa bass reflex normale e ciò senza indesiderate perdite di basse frequenze. Questo principio è adottato da molti costruttori (Celestion, Goodmans, Lowther etc.) (vedi anche *Cassa acustica*).

RENDIMENTO

Questo termine si riferisce al rapporto tra la potenza sonora (P_a) emessa da un altoparlante e la potenza elettrica applicatagli (P_e). Per esempio il rendimento percentuale è uguale a $P_a \times 100/P_e$. Così se per ottenere una potenza sonora di 25 mW (valore tipico per i diffusori attuali) sono necessari 8 W, allora il rendimento (efficienza) è dello 0,3125%.

La potenza sonora non è affatto facile da misurare, ma si può affermare che in condizioni medie di irradiazione (spazio libero emisferico) la potenza acustica è vicina a 25 mW quando la pressione sonora è pari a 96 dB a 1 m dalla sorgente (vedi anche *Sensibilità*).

RISONANZA IN ARIA LIBERA

La massa del cono o del diaframma di un altoparlante risuona con la sua cedevolezza a una frequenza corrispondente a 1/2 vMC, dove M è la massa e C la cedevolezza (in unità SI espresse rispettivamente in termini di 10^{-3} kg e 10^{-3} metri/Newton). In questo modo la risonanza a bassa frequenza dell'altoparlante sarebbe notevolmente al di sotto di 11 Hz se la cedevolezza fosse

di 20×10^{-3} metri/Newton e la massa fosse 10×10^{-3} kg.

La curva dell'impedenza in funzione della frequenza di un simile altoparlante, perciò, avrebbe l'aspetto di quella mostrata in Fig. 2.10 nella quale si può notare un picco significativo nell'impedenza in corrispondenza della frequenza di risonanza. Quella ora definita è la risonanza in aria libera di un altoparlante per i bassi.

Ora, quando l'altoparlante è acusticamente caricato con il montaggio in una cassa adatta, l'aria all'interno di essa aggiunge resistenza acustica alla resistenza propria del cono, riducendo in tal modo la cedevolezza (perché la resistenza è il contrario della cedevolezza) e innalzando conseguentemente la frequenza di risonanza.

La maggior parte delle casse acustiche, con l'eccezione di quelle a labirinto acustico, aumenta la frequenza di risonanza sui bassi, in special modo le casse a sospensione pneumatica o « baffle infinito » (vedi *Sospensione pneumatica*).

RISPOSTA IN FREQUENZA

La risposta in frequenza esprime la pressione sonora in funzione delle varie frequenze che costituiscono la banda udibile. La Fig. 2.17 mostra una curva caratteristica della risposta in frequenza. Varie sono le condizioni per il test relativo, in primo luogo il fatto che l'altoparlante dovrebbe essere misurato in condizioni di campo libero (cioè in una camera anecoica) o almeno in modo che le caratteristiche acustiche dell'ambiente circostante non si riflettano sulla risposta dell'altoparlante. La misura principale viene effettuata sull'asse, ad una determinata potenza e ad una determinata distanza dall'altoparlante stesso.

Ovviamente le proprietà acustiche dell'ambiente d'ascolto influenzeranno le caratteristiche di pressione sonora dell'altoparlante in modo tale che, in ultima analisi, una misurazione di pressione sonora effettuata in camera anecoica avrà ben poco a che vedere con la risposta in condizioni effettive di ascolto.

Sono stati fatti tentativi per creare una certa correlazione tra misurazione e risposta in ambiente d'ascolto simulando durante la misurazione stessa, le condizioni « medie » di un ambiente d'ascolto tipico (misure effettuate in ambiente riverberante); ma il miglior collaudo per un sistema di altoparlanti è di

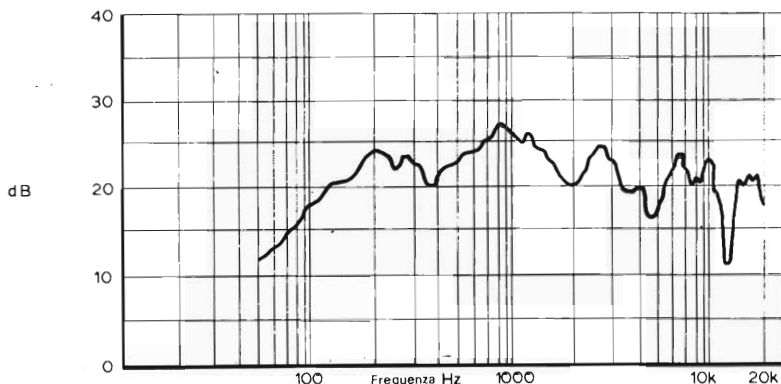



Fig. 2.17 Pressione sonora in funzione della frequenza di un diffusore Jordan Watts « Juno » di tipo bass-reflex. La pressione è stata rilevata a 1 metro di distanza dal diffusore e ad una potenza di 2 Watt con uno strumento Bruel e Kjaer.

ascoltarli nell'ambiente nel quale saranno definitivamente collocati.

Nonostante ciò la curva di pressione sonora è utile per valutare peculiari caratteristiche nelle prestazioni dell'altoparlante soprattutto in corrispondenza delle frequenze di taglio del crossover e in relazione alla risposta globale del diffusore.

RISPOSTA POLARE

La risposta polare esprime la pressione sonora dell'altoparlante in funzione della posizione angolare di rivelazione del suono. Una curva polare evidenzia come la potenza emessa vari con la posizione di rilevazione e quindi di ascolto. Una curva tipica è quella mostrata nella Fig. 2.7 nella quale sono tracciate le risposte polari a diverse frequenze.

SENSIBILITÁ

La sensibilità è simile al concetto di rendimento (vedi *Rendimento*) ma si riferisce sostanzialmente alla potenza elettrica necessaria per ottenere una certa pressione sonora ad una certa

distanza dall'altoparlante in condizioni di campo libero (vedi *Campo libero*).

La norma tedesca DIN (Deutscher Industrie Normenausschuss) stabilisce la pressione di riferimento a 96 dB (che corrispondono a 12,62 μ b (microbar) nominali equivalenti a 12,62 dine/cm^2 oppure a 1,262 Newton/m^2 in unità SI) a 1 metro di distanza in condizioni di campo libero emisferico (vedi *Rendimento*).

Un sistema di altoparlanti con una sensibilità di 9 W per 96 dB avrà dunque bisogno di 9 W di potenza elettrica per produrre una pressione sonora di 96 dB a un metro da esso in condizioni di misurazione in campo libero emisferico.

0 *dB di pressione sonora corrispondono a* 20 μ *N/m^2, a* 0,0002 μ *b,* 0,0002 *dine/cm^2 e a* 20 μ *Pa (Pascal). Corrispondono anche a* 10^{-2} *W/m^2.*

SISTEMA DI ALTOPARLANTI

Mentre un solo altoparlante costituisce una « unità », un diffusore con più altoparlanti costituisce « un sistema ».

SMORZAMENTO

Per evitare picchi di risonanza si applica smorzamento resistivo ai circuiti elettrici e smorzamento acustico e/o meccanico

Fig. 2.18 Esempio di smorzamento acustico in un piccolo diffusore a sospensione pneumatica.

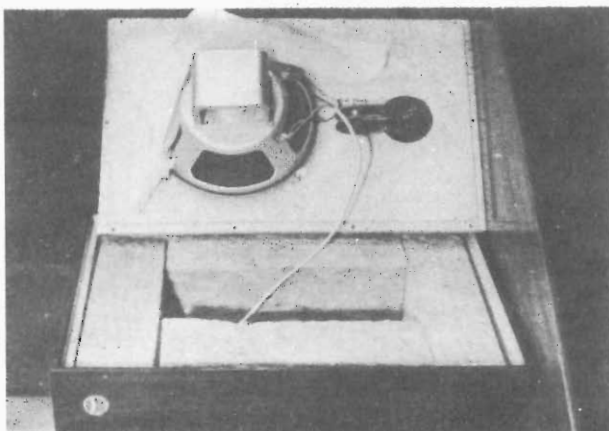
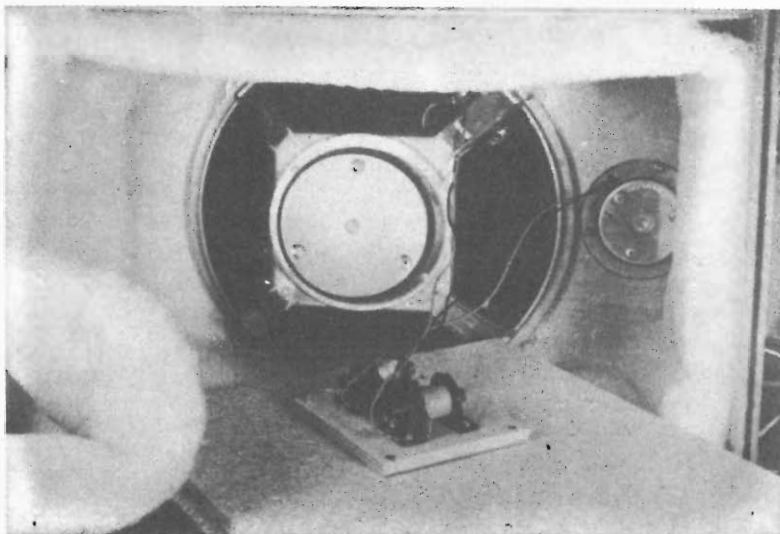



Fig. 2.19 Interno di un diffusore a sospensione pneumatica. Notare il divisore di frequenza (crossover).

ai trasduttori, come gli altoparlanti, i pick-up e i microfoni. Per ridurre gli effetti della risonanza nelle casse acustiche si usano comunemente sistemi di smorzamento acustico.

Esistono diversi materiali fonoassorbenti, incluse le fibre di acetato, che possono essere impiegati per rivestire le superfici interne di una cassa oppure ammassate o sospese nella cavità interna per inibire la formazione di onde stazionarie che potrebbero anch'esse essere responsabili di picchi nella risposta alle medie ed alte frequenze (vedi Figg. 2.18 e 2.19).

SOSPENSIONE PNEUMATICA

È un tipo di cassa acustica nella quale il woofer è caricato acusticamente dall'aria chiusa all'interno della cassa stessa, la quale è completamente chiusa e sigillata. In altre parole la cedevolezza della sospensione del cono dipende in massima parte dall'aria nella cassa piuttosto che dagli elementi mobili dell'altoparlante (bobina). La resistenza acustica così creatasi si aggiunge

alla resistenza propria del cono innalzando la frequenza intrinseca di risonanza sui bassi dell'altoparlante.

Per una buona risposta sui bassi l'altoparlante deve avere una sua risonanza in aria libera di 30 Hz o meno, dato che il successivo caricamento acustico la eleverà significativamente specialmente in una cassa di piccole dimensioni. A frequenze più alte, la cassa mostra suoi modi di risonanza simili a quelli che si producono in una stanza nella quale si formano onde stazionarie; queste risonanze vengono smorzate rivestendo l'interno della cassa con materiali fonoassorbenti (vedi Fig. 2.18).

In alcune progettazioni viene ricercato un ulteriore smorzamento sospendendo fibre di acetato o altro materiale acusticamente assorbente al centro della cavità interna della cassa.

La validità di una buona progettazione risiede nell'adattamento corretto della cassa all'altoparlante. Nel corso degli anni sono apparsi alcuni ottimi esempi di sospensione pneumatica, alcuni eccezionalmente piccoli rispetto al basso che possono produrre. Molti sistemi di altoparlanti attuali di più piccole dimensioni adottano il principio della sospensione pneumatica e tra di essi vi sono alcuni esempi molto buoni e altri molto scadenti.

Per descrivere questo tipo di cassa acustica è anche comunemente usato il termine « baffle infinito », dal momento che le condizioni di caricamento acustico che in esso si ottengono (nessuna comunicazione d'aria tra la parte posteriore del cono e quella anteriore) sono simili a quelle che si otterrebbero montando l'altoparlante su una parete piatta di dimensioni infinite.

Un esempio dell'interno di un diffusore a sospensione pneumatica è dato in Fig. 2.18. Un altro esempio, che mostra anche il divisore di frequenze, è rappresentato in Fig. 2.19.

SQUAWKER

È così chiamata con parola inglese, l'unità-altoparlante destinata a riprodurre le medie frequenze.

TRANSMISSION LINE

Tipo di cassa acustica nella quale l'altoparlante per i bassi è montato nella parte superiore in modo da essere caricato acu-

sticamente dalla colonna d'aria all'interno della cassa la quale è piuttosto alta. Per questa ragione alla cassa transmission line si dà talvolta il nome di « *colonna* ».

Varie sono le tecniche costruttive: l'altoparlante può essere montato come si è detto, nella parte superiore oppure in quella inferiore o addirittura più vicino al centro ad una distanza calcolata dall'estremità più angusta. Vi sono anche versioni nelle quali la cavità interna è ripiegata oppure di forma speciale. Le superfici interne sono in genere abbondantemente rivestite di materiali fonoassorbenti, come nel labirinto acustico. In effetti la cassa « transmission line » è simile per alcuni aspetti al labirinto.

Il principio base è quello di caricare l'altoparlante ad una frequenza uguale o vicina a quella di risonanza: le basse frequenze sboccano dall'estremità della colonna mentre quelle medie e alte sono irradiate direttamente dal cono dell'altoparlante, oppure da altoparlanti separati. Uno dei problemi nella progettazione è l'eliminazione del quarto dell'onda della frequenza fondamentale di risonanza e delle armoniche spurie prodotte dalla colonna.

TROMBA

Spesso una tromba prende il posto della cassa acustica tradizionale. L'altoparlante è accoppiato alla parte posteriore di una tromba (gola) mentre la bocca della tromba stessa irradia le frequenze per le quali è stata progettata. Una tromba può essere considerata come un trasformatore acustico che converte i suoni a bassa pressione e ad alta velocità alla gola in suoni ad alta pressione e a bassa velocità che escono dalla bocca che costituisce un accoppiamento ad alta efficienza dell'altoparlante all'aria dell'ambiente d'ascolto.

Un altoparlante a tromba ha un rendimento perciò elevato dell'ordine del 30-50% il che è sorprendente se si compara al rendimento dell'1% o meno delle casse acustiche tradizionali. Una tale alta efficienza, perciò, rende possibile ottenere intensità sonore proprie dell'hi-fi anche da amplificatori di moderata potenza, come sono generalmente quelli costruiti in classe A che sono preferiti da alcuni ascoltatori molto critici.

L'effetto di trasformazione dipende dalla natura della tromba

che ha una superficie di sezione che si espande secondo leggi matematiche, ad esempio paraboliche, coniche, iperboliche, esponenziali, etc. La sezione esponenziale è quella più comunemente usata per gli altoparlanti a tromba ed il profilo ideale sarebbe quello di una tromba circolare con sezione esponenziale iniziante con una piccola gola e terminante in una grande bocca.

Fisicamente parlando una tromba, per caricare l'altoparlante alle frequenze più basse, dovrebbe avere una bocca di 2 o 3 metri quadrati ed una lunghezza da 7 a 9 metri il che rende incompatibili con le dimensioni degli ambienti domestici un paio di diffusori di questa portata.

Molti compromessi sono perciò adottati per ovviare a tali inconvenienti: per esempio le trombe hanno sezione quadrata o rettangolare oppure sono ripiegate all'interno di casse di forma convenzionale anche se di dimensioni significativamente maggiori di quelle di diffusori basati sul principio della sospensione pneumatica o su quello reflex.

Collocando un diffusore a tromba ripiegata di forma particolare nell'angolo di una stanza si ottiene il prolungamento delle pareti della tromba stessa nelle pareti della stanza nel pavimento e nel soffitto di essa. In tal modo la frequenza di taglio (quella minima riproducibile) si abbassa e si ottiene una cassa di dimensioni possibili e di responso sui bassi accettabile.

Simili compromessi, comunque, sminuiscono le possibilità del sistema a tromba anche se accuratamente progettato ed in generale ogni compromesso darà prestazioni inferiori a quelle di un progetto teoricamente corretto.

Per evitare troppi compromessi alcuni appassionati costruiscono essi stessi dei sistemi a tromba utilizzando in qualche caso le pareti della stanza oppure addirittura costruendo le trombe al di sotto del livello del pavimento e facendole sboccare da fori in esso praticati!

Quando un altoparlante è caricato da una tromba il movimento del cono è molto minore del normale, mentre lo smorzamento è molto maggiore a parità di potenza irradiata. Il caricamento a tromba tende a ridurre le distorsioni non lineari e a migliorare la risposta ai transienti.

È entusiasmante ascoltare il basso « reale » irradiato da un diffusore a tromba di accurata progettazione; in confronto il basso prodotto da piccoli diffusori mal costruiti sembra ovattato e legnoso.

Dal momento che la frequenza di taglio è funzione delle dimensioni della tromba non è un problema costruire trombe per medie e alte frequenze per le quali il principio è comunemente adottato. Le trombe per medie frequenze impiegano spesso, per una mgliore dispersione, strutture multicellulari, mentre quelle per alte frequenze possono avere, sempre per disperdere meglio l'emissione, lenti acustiche.

TWEETER

Nome, in inglese, dato all'unità destinata a riprodurre le frequenze acute.

UNITÁ DI RESISTENZA ACUSTICA

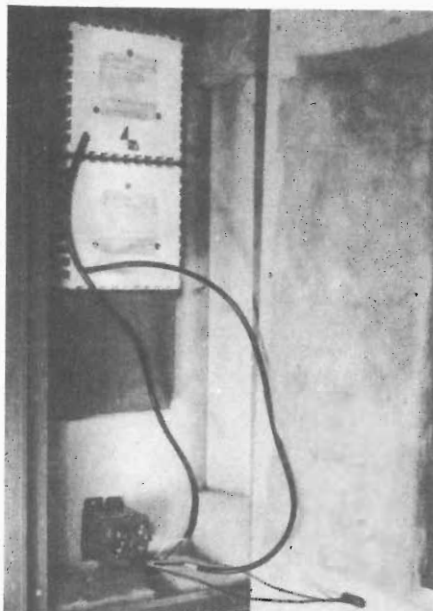
Principio adottato da Goodmans che consiste nel fornire una cassa bass reflex di un'apertura supplementare o nell'aumentare le dimensioni dell'apertura stessa. L'effetto ottenuto è la riduzione dell'emissione d'aria dall'apertura, ma il vantaggio più importante è lo smorzamento dei due picchi sui bassi caratteristico della cassa di tipo bass reflex.

Questo sistema rende anche possibile la costruzione di casse di dimensioni più piccole con fattore di risonanza (Q) accuratamente calcolato (vedi anche *Bass reflex*).

VIBRAZIONI DEL CONO

Generalmente, a basse frequenze, il cono di un altoparlante tende a muoversi interamente, avanti e indietro, come un pistone o una pompa ad aria. A frequenze più alte la parte più interna del cono tende a vibrare secondo le sue caratteristiche rispetto a quella più esterna; il cono allora cessa di vibrare come un tutt'uno.

Via via che la frequenza aumenta, si verifica tutta una serie di vibrazioni incontrollate lungo tutto il cono. Questo fenomeno è detto in inglese « come breakup » e si manifesta con ondulazioni più o meno pronunciate nella curva di risposta in frequenza e con peggioramento della risposta ai transienti.

Fig 2.20 Due altoparlanti Jordan Watts « Module » montati in cassa di tipo bass-reflex. Questi altoparlanti coprono l'intera banda audio (20 ÷ 20000 Hz, e utilizzano coni di metallo leggero progettati in modo tale che all'aumentare della frequenza da riprodurre viene utilizzata una superficie sempre più piccola verso il centro del cono con disaccoppiamento automatico della sua area esterna.

I coni sono progettati in modo tale da ovviare a questo effetto nella misura maggiore possibile. Costruendo sistemi a più altoparlanti, ciascuno destinato a riprodurre una gamma ristretta di frequenze, i problemi inerenti al cone breakup sono ulteriormente minimizzati.

La rigidità del cono è una caratteristica necessaria per la riduzione delle vibrazioni incontrollate, ma per la riproduzione delle frequenze acute anche la massa deve essere piccola. Un cono costruito secondo questi princìpi è il Leak Sandwich composto da un sottile cono metallico rivestito da materiale plastico.

Alcuni coni sono costruiti deliberatamente in modo tale che, man mano che la frequenza aumenta, la parte interna si « disaccoppia » da quella esterna progressivamente. Così, a basse frequenze, viene utilizzata l'intera area del cono mentre a frequenze acute solo una piccola porzione interna vibra. I diffusori « Module » della Jordan Watts (Fig. 2.20) adottano coni di metallo leggero che vibrano secondo questo principio.

WOOFER

Nome inglese dell'unità altoparlante destinata a riprodurre le frequenze basse.

III. Sorgenti di segnale e segnali

ADATTAMENTO

Questo termine si riferisce in genere all'adattamento del segnale fornito da una sorgente di suono alla sensibilità dell'ingresso corrispondente dell'amplificatore (vedi *Adattamento* nel Cap. I, *Regolazione del livello* e *Impedenza di uscita* in questo Capitolo).

COLLEGAMENTO A TERRA

Le sorgenti di programma musicale sono generalmente collegate a terra tramite l'amplificatore che è a sua volta collegato a terra tramite il contatto di terra della presa di rete o tramite una terra esterna artificiale (come spiegato nel Cap. I) e tramite le schermature dei cavi di collegamento sorgente-amplificatore. Per la massima sicurezza, comunque, ogni sorgente dovrebbe essere collegata a terra direttamente sebbene ciò possa causare un ronzio da collegamento a terra chiuso.

DE-ENFASI

Si tratta di una forma di equalizzazione applicata ai sintonizzatori a modulazione di frequenza allo scopo di attenuare le alte frequenze precedentemente esaltate di un valore assoluto uguale (pre-enfasi) in sede di trasmissione del segnale di modulazione (vedi Fig. 3.1).

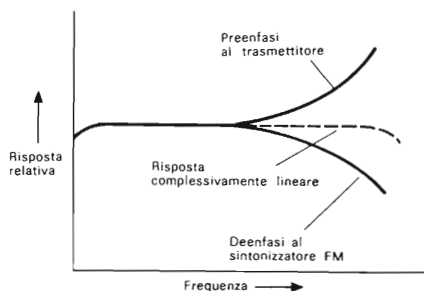



Fig. 3.1 La preenfasi al trasmettitore e la deenfasi al sintonizzatore FM causano una risposta complessivamente lineare come mostrato. La deenfasi non solo equalizza l'esaltazione degli acuti operata al trasmettitore ma riduce anche il rumore ad alta frequenza il che è lo scopo intrinseco del sistema

Il processo di pre-/de-enfasi è basato su una costante di tempo di 50 μs in Europa e di 75 μs in America. Il punto di attenuazione di — 3 dB è situato rispettivamente a 3184 Hz e a 2123 Hz. In entrambi i casi la pendenza di attenuazione è di 6 dB per ottava. Alcune stazioni FM statunitensi trasmettono inoltre con sistema Dolby di riduzione del fruscio (— 3 dB a 6369 Hz). La costante di tempo si riduce allora a 25 μs.

La ragione per la quale si applica il procedimento di pre-/de-enfasi è il conseguimento di una attenuazione del fruscio e quindi di un miglior rapporto segnale/disturbo. Con il sistema Dolby poi si ha un ulteriore miglioramento di tale rapporto nonostante l'impiego di una costante di tempo minore. È notevole il fatto che un sintonizzatore con costante di de-enfasi di 75 μs in presenza di segnale codificato con sistema Dolby avrà pressappoco lo stesso responso di frequenza che avrebbe in presenza di un segnale non Dolby con costante di pre-enfasi di 75 μs.

Il miglior rapporto segnale/disturbo si ha comunque quando all'uscita del sintonizzatore è collegato un decodificatore Dolby e la trasmissione è codificata con questo sistema (vedi anche Cap. V).

DIAFONIA

La diafonia è il passaggio del segnale da un circuito ad un altro ed è comunemente espressa in deciBel. Così, se un sintonizzatore collegato all'ingresso radio di un amplificatore produce una uscita 100 volte più bassa quando l'amplificatore (con il sintonizzatore in funzione naturalmente) è commutato sulla funzione pick-up magnetico, allora si dirà che la diafonia tra i due ingressi è di 40 dB poiché un rapporto di tensione di 100:1 corrisponde a 40 dB (notare che in termini di potenza un rapporto di 100:1 corrisponde invece a 20 dB - vedi la voce *DeciBel* nel Cap. I).

La diafonia può anche verificarsi tra i due canali stereo o i quattro canali quadrifonici di una sorgente di suono, ma nel primo caso è abitualmente definita *separazione stereo*, la quale in definitiva è una misurazione simile che indica la quantità di segnale che passa da un canale all'altro quando quest'ultimo è muto mentre nel primo viene immesso il segnale stesso. I pick-up attuali hanno una separazione tra i canali di almeno 20 dB alle medie frequenze il che corrisponde ad un rapporto di tensione di 10:1 e ad un rapporto di potenza di 100:1.

Dovrebbe essere chiaro, comunque, che anche altri componenti del complesso possono essere responsabili di diafonia elevata, considerazione questa che deve essere fatta quando si parla di diafonia complessiva. Per esempio, se il pick-up ha una separazione stereo di 20 dB e il preamplificatore una diafonia di 40 dB, allora la diafonia complessiva sarà minore di 20 dB.

In questo caso sarà meno di 1 dB al di sotto dei 20 dB dal momento che quando la differenza di diafonia è elevata la diafonia complessiva non è molto minore della differenza aritmetica.

DINAMICA

La gamma dinamica di una grande orchestra in concerto può essere anche di 70 dB il che significa che i picchi del segnale possono essere 10^7 volte più grandi della soglia di potenza (livello del rumore proprio della sorgente), vale a dire 3162 volte maggiori del valore della soglia di potenza.

La gamma dinamica possibile in un segnale proveniente da una sorgente di suono è minore di quella sopra definita potendo

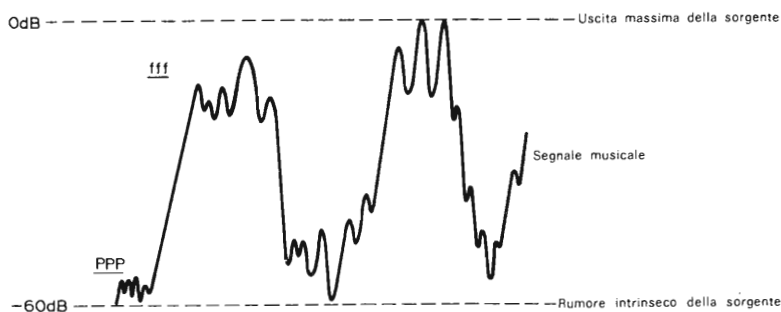



Fig. 3.2 Espressione della gamma dinamica della sorgente. Vedi anche *Gamma dinamica* nel Cap. I.

raggiungere i 60 dB negli apparecchi di qualità hi-fi il che corrisponde ad un rapporto di 10^6: 1 in potenza e di 10^3: 1 in pressione sonora. Il limite della gamma è stabilito considerando il livello del fortissimo (fff) e dall'effetto maschera del rumore in corrispondenza dei pianissimi (ppp), come mostrato in Fig. 3.2 (vedi anche *Dinamica* nel Cap. I).

DISTORSIONE

I segnali che costituiscono la sorgente di suono possono essere affetti dai medesimi fenomeni di distorsione che colpiscono il segnale che passa attraverso l'amplificatore (vedi la voce *Distorsione* nei Capp. I e II). Per la riproduzione hi-fi, perciò, è essenziale che la sorgente produca la minor distorsione possibile.

È vero in generale che la distorsione della sorgente di suono è di svariate volte più grande di quella cui i segnali sono soggetti nel passare attraverso i circuiti dell'amplificatore, ma questa non è certo una buona ragione per costruire amplificatori con un tasso di distorsione così elevato. Ogni componente del complesso deve essere progettato per la minore distorsione possibile e quindi per la maggior linearità di responso.

Il sintonizzatore FM è una delle sorgenti a più bassa distorsione, non considerando — naturalmente — la distorsione dei segnali di modulazione al trasmettitore; in una trasmissione dal vivo condotta attraverso i collegamenti a codice di impulso attualmente impiegati la distorsione complessiva può comunque essere molto ridotta.

Alcune sorgenti di programma hanno le loro caratteristiche di distorsione compresa la distorsione derivante da cattivo tracciamento dei solchi del disco da parte dello stilo del fonorivelatore e la distorsione multipath di un sintonizzatore FM (vedi Capitolo V).

DOPPIO - MONO

Quando un segnale monofonico è applicato contemporaneamente ai canali destro e sinistro di un amplificatore stereo i due diffusori riproducono lo stesso segnale che è talvolta chiamato doppio-mono.

La riproduzione doppio-mono si ha anche in presenza di segnale stereo, ma di commutazione su « mono » dell'amplificatore in quanto in questo caso i due segnali destro e sinistro sono sommati tra di loro e producono un segnale monofonico che è applicato poi ai due canali di amplificazione. Con bilanciamento centrale un segnale doppio-mono appare come proveniente da un punto centrale tra il diffusore destro e quello sinistro.

EQUALIZZAZIONE

Una equalizzazione della sorgente di suono è talvolta indispensabile per compensare le caratteristiche del segnale inciso o trasmesso. Un esempio di equalizzazione della sorgente è la deenfasi di un sintonizzatore FM (vedi *Deenfasi* e Fig. 3.2. Vedi anche la voce *Equalizzazione* nei Capp. I e VI).

Durante l'incisione dei dischi, si applica al segnale una attenuazione delle frequenze gravi allo scopo di evitare il combaciare (e la commistione) dei solchi tra di loro durante i passaggi a frequenze basse ed una esaltazione delle frequenze acute. Per l'ascolto è perciò necessaria una equalizzazione degli acuti, quest'ultima per ottenere un miglioramento del rapporto segnale/disturbo.

Equalizzazioni simili sono richieste anche per l'ascolto delle registrazioni magnetiche (vedi Capp. I e VI).

FEEDBACK ACUSTICO

Questo termine si riferisce ad un fenomeno di ritorno acustico, causato dalla sorgente di suono, attraverso l'amplificatore e i diffusori e poi di nuovo indietro alla sorgente a mezzo di trasmissione acustica nella stanza d'ascolto.

Una sorgente che spesso è causa di un tale disturbo è il giradischi, dal momento che, quando lo stilo della testina è in contatto con il disco, tutto l'apparecchio diventa sensibile alle onde sonore che lo colpiscono - un po' come un microfono non efficiente.

Il fenomeno può essere dimostrato ponendo il pick-up su un disco fermo, alzando alquanto il volume dell'amplificatore e battendo con le nocche sul giradischi. I colpi saranno uditi attraverso gli altoparlanti.

Ora, se questa sensibilità microfonica è piuttosto alta, tenderà a formarsi un ululio a bassa frequenza quando il controllo del volume è in posizione alquanto avanzata. È questo, precisamente il feedback acustico: un ritorno di suono dagli altoparlanti che mette in vibrazione la stessa sorgente del suono. La frequenza dell'ululio è influenzata da ogni risonanza a bassa frequenza propria di tutto l'anello giradischi - amplificatore - diffusori - ambiente d'ascolto - giradischi.

Se le frequenze di diversi fenomeni di risonanza coincidono, il margine di stabilità diminuirà; l'abbassamento del volume ad un livello minore farà attenuare e sparire l'ululio. Il disturbo è aggravato dalla scarsità di smorzamento acustico del giradischi o dalla sua eccessiva prossimità ai diffusori.

Un'altra fonte suscettibile di provocare il disturbo in questione è, naturalmente, il microfono. Se esso è posizionato in asse perfettamente ortogonale ai diffusori sarà praticamente impossibile eliminare l'ululio con una posizione ragionevole del controllo di volume.

L'effetto feedback può anche talvolta verificarsi con un sintonizzatore, se il suono proveniente dai diffusori fà entrare in vibrazione le lamine del condensatore variabile di sintonia il che si traduce in modulazione della frequenza e quindi in ululio.

GIRADISCHI

Il giradischi è un'altra sorgente di programma costituita da

una parte che provvede a far girare il piatto portadisco e da un sistema di lettura generalmente formato da un braccio e da un fonorivelatore separato. La maggior parte dei giradischi con cartuccia stereofonica sono adatti anche alla riproduzione dei dischi matrix, mentre per l'ascolto migliore dei dischi « discrete » (come i CD 4, vedi Cap. IV) è necessario un fonorivelatore con risposta in frequenza estesa almeno fino a 45 kHz e con buona capacità di separazione dei segnali ad alta frequenza.

Questo tipo di fonorivelatore è solitamente fornito di uno stilo speciale (a taglio Shibata o simili) per la massima definizione della modulazione ad alta frequenza e per il contenimento di eventuali picchi di risonanza alle frequenze più elevate.

IMPEDENZA DI USCITA

È l'impedenza dalla quale sono forniti i segnali della sorgente e in molti casi essa corrisponde alla impedenza della sorgente in serie con la forza elettromotiva, come mostrato nella Fig. 3.3. Da questo schema può dedursi come l'impedenza della sorgente possa delinearsi in serie con l'impedenza di ingresso dell'amplificatore (linee tratteggiate) il che significa che il segnale di uscita dipende dal rapporto delle impedenze di uscita e di ingresso.

Una impedenza di ingresso comunemente impiegata per i fonorivelatori è 47 kOhm e il segnale nominale di uscita è spesso determinato con un simile valore all'ingresso. Chiaramente l'uscita sarà maggiore con un valore di carico maggiore e minore con un minor carico.

I fonorivelatori sono particolarmente sensibili al valore del carico (vedi *Adattamento alla sorgente* nel Cap. I) mentre le sorgenti ad alto livello come le piastre di registrazione, i sintonizzatori etc. sono molto più accomodanti. Alcuni sintonizzatori, infatti, hanno impedenze di uscita relativamente basse (anche meno di 100 Ohm) il che minimizza ogni problema di collegamento ad ingressi di impedenza più elevata.

Quando l'impedenza della sorgente è elevata, vi è grande possibilità di attenuazione eccessiva delle frequenze acute a causa della capacità dei cavetti schermati di collegamento in unione con l'impedenza intrinseca della sorgente che, insieme, formano un filtro passa-basso monopolare. Con una data capacità del cavo, la frequenza alla quale inizia l'attenuazione aumenta con il de-

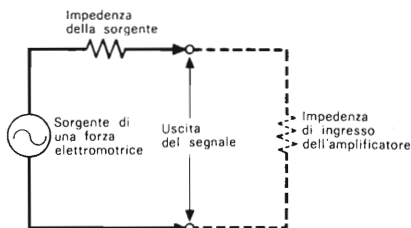



Fig. 3.3 Configurazione base del circuito di uscita della sorgente.

crescere dell'impedenza intrinseca della sorgente. Perciò, con sintonizzatori di elevata impedenza interna è preferibile non impiegare cavetti di collegamento troppo lunghi se si vuole evitare una attenuazione delle frequenze acute.

Inoltre il valore del rapporto segnale-disturbo degli stadi di ingresso di un amplificatore può essere deteriorato se l'impedenza della sorgente è particolarmente alta. Questa è una delle ragioni per le quali è preferibile non tentare di attenuare un segnale troppo alto in ingresso con l'impiego di resistenze in serie: ciò è particolarmente vero per l'ingresso del fonorivelatore.

Quando un fonorivelatore magnetico è collegato all'amplificatore questo « vede » una sorgente di valore relativamente basso a causa delle caratteristiche induttive del pick-up. Ciò mantiene il rumore del preamplificatore a bassi livelli. Se si includono resistenze in serie il rumore quasi certamente aumenterà.

INTERFERENZA

Si tratta dell'ingresso di segnali spurii estranei al programma nei circuiti della sorgente o in quelli di ingresso dell'amplificatore. L'interferenza nella ricezione radiofonica è generalmente dovuta a un sintonizzatore difettoso o fatto funzionare in modo non corretto.

Interferenze a radiofrequenza o disturbi di tipo impulsivo (crepitii, scricchiolii etc.) quando l'amplificatore è commutato su altre sorgenti possono indicare una schermatura inadeguata dei cavi di connessione (vedi *Ronzio*), particolarmente in presenza di ronzio, oppure difetti negli stessi circuiti della sorgente.

Nelle aree con forti campi elettromagnetici radiotelevisivi può essere necessario un filtraggio delle frequenze elevate allo scopo di eliminare le interferenze a radiofrequenza (vedi la voce *Interferenza* nel Cap. I).

LARGHEZZA DI BANDA

È l'ampiezza della banda di frequenza tra il limite inferiore e quello superiore della sorgente di programma musicale. Comunque, a differenza di quanto accade negli amplificatori per i quali la larghezza di banda è definita per una attenuazione di — 3 dB delle frequenze inferiore e superiore, la larghezza di banda della sorgente è generalmente definita dalla sola risposta in frequenza.

Per esempio la larghezza di banda di un buon sintonizzatore va da 20 a 20 000 Hz ± 1 dB. Un fonorivelatore stereofonico. d'altro canto, avrà una larghezza di banda da 20 a 20 000 Hz, riferita però di nuovo alle deviazioni in dB rispetto alla frefrenza nominale di 1 kHz.

La larghezza di banda ad alta frequenza indica il *tempo di salita,* vale a dire il tempo impiegato da un segnale a fronte perfettamente ortogonale per passare dal 10 al 90% del suo valore massimo (vedi Fig. 3.4). La relazione è T = 0,35/f—3 dB, dove T è il tempo di salita in secondi ed f— 3 dB il limite superiore di alta frequenza quando il responso è attenuato di 3 dB rispetto a 1 kHz.

È notevole il fatto che il tempo di salita caratteristico della

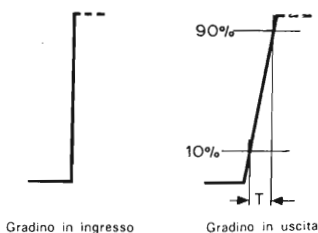



Fig. 3.4 Esempio di regolatore di livello sul retro di un sintonizzatore che ha una uscita fissa non regolata dal potenziamento dell'uscita variabile.

maggior parte degli amplificatori e delle sorgenti di suono è superiore a quello intrinseco dei segnali musicali stessi!

LINEA A 600 OHM

Alcune sorgenti di suono hanno uscite del segnale con impedenze di 600 Ohm, il che corrisponde ad una potenza di uscita di 1 mW a piena modulazione; vale a dire ad una tensione di 0,775 V r.m.s. Una potenza di 1 mW su 600 Ohm è spesso riferita a 0 dB.

I registratori sono spesso forniti di simili uscite (talvolta in unione ad altre di diverso tipo).

LIVELLI DEL SEGNALE

Relativamente alle sorgenti di programma il termine livello del segnale si riferisce alle tensioni r.m.s. a 1 kHz fornite sui valori di carico (impedenza di carico) nominali, tenuto conto del livello di modulazione o di incisione. Per esempio l'uscita di un fonorivelatore magnetico è generalmente di 5 mV per canale alla velocità di incisione di 5 cm/sec. Un sintonizzatore fornisce circa 250 mV per canale ad un livello di modulazione del 30% (vedi anche *Adattamento* nel Cap. I e *Regolazione del livello* in questo Capitolo).

MATRIX

Tecnica costruttiva impiegata negli apparecchi per quadrifonia. I segnali della sorgente corrispondenti alle uscite destra

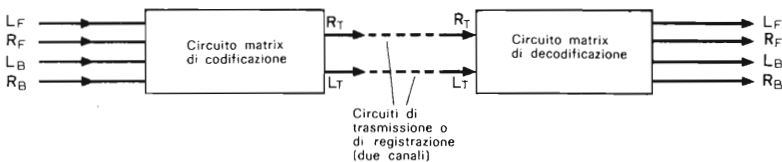



Fig. 3.5 Schema a blocchi che mostra la codificazione matrix alla sorgente e la successiva decodificazione. A spese della diafonia i quattro segnali possono essere trasferiti anche mediante un componente a due canali (stereo).

e sinistra anteriori e destra e sinistra posteriori (L_F - R_F ed L_B - R_B) sono codificate per fornire i segnali somma L_T ed R_T (*). Questo procedimento si chiama codificazione matrix. Per decodificare i segnali è necessario un procedimento inverso che impiega un circuito di decodificazione matrix il quale riceve i segnali somma a due ingressi separati e fornisce i quattro segnali originali che alimenteranno altrettanti canali di amplificazione.

Uno schema a blocchi di codificazione e decodificazione matrix è dato nella Fig. 3.5 la quale mostra come una sorgente a quattro canali possa essere trattata anche da un apparecchio stereofonico. I quattro segnali in uscita dal decodificatore sono tra loro differenti a causa della diafonia esistente tra le uscite stesse.

MESSA IN FASE

La corretta messa in fase delle sorgenti di suono è altrettanto importante di quella dei diffusori (vedi la voce *Messa in fase* nei Capp. I e II). La fase corretta deve essere mantenuta per tutta la catena hi-fi, dalla sorgente agli altoparlanti e se una delle sorgenti non è in fase rispetto alle altre mentre i diffusori lo sono con queste ultime, il programma relativo a quella sorgente mostrerà scarsa separazione stereo o quadrifonica.

Se la fase dei diffusori viene invertita per adattarsi alla fase della sorgente in questione, allora saranno le altre sorgenti ad essere riprodotte in modo non corretto. Il procedimento migliore è quello di controllare l'esatta messa in fase degli altoparlanti rispetto ad un programma monofonico (ad esempio dal sintonizzatore) e di usare poi questa fase per il controllo della fase degli altri componenti, come giradischi e piastra di registrazione.

MICROFONO

Il microfono converte le onde sonore (le quali possiedono una pressione) che colpiscono il suo diaframma in segnali elettrici equivalenti. Il principio di funzionamento di un microfono può essere elettromagnetico (come nei microfoni a bobina mobile o a nastro), elettrostatico (o a condensatore) oppure piezoelettrico (nel quale il segnale è prodotto dalle onde sonore che

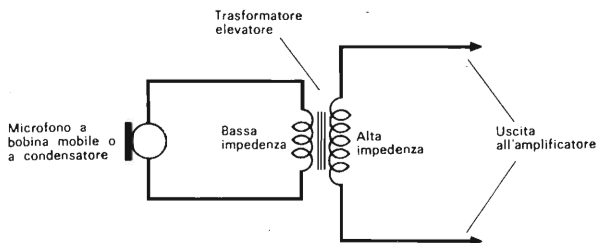



Fig. 3.6 La bassa impedenza di uscita di un microfono a bobina mobile (dinamico) o a nastro è trasformata in un'impedenza più alta per il collegamento a un amplificatore per mezzo di un trasformatore elevatore. Uno stadio a transistors può essere anche impiegato come convertitore di impedenza (come è talvolta effettivamente usato).

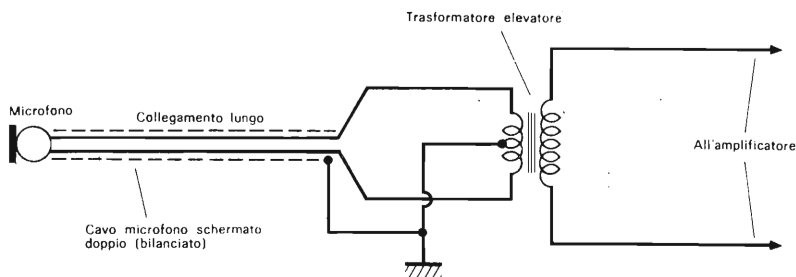



Fig. 3.7 Quando il collegamento del microfono è lungo, può ottenersi un miglior rapporto segnale-disturbo ed una minor sensibilità alla formazione di ronzio usando un circuito bilanciato del tipo illustrato.

colpiscono un elemento a cristallo o ceramico precedentemente polarizzato in modo da acquistare proprietà piezoelettriche).

I microfoni a bobina mobile o a nastro sono del tipo a bassa impedenza e debbono essere collegati all'ingresso in un amplificatore mediante un trasformatore elevatore di impedenza, come mostrato in Fig. 3.6. Il rapporto di trasformazione richiesto è uguale a $\sqrt{Z_{out}/Z_{in}}$ dove Z_{out} e Z_{in} sono rispettivamente l'impedenza di uscita all'amplificatore e l'impedenza di ingresso del microfono. Per esempio se l'impedenza di uscita richiesta è di 50 kOhm e l'impedenza del microfono è 10 Ohm il rapporto di trasformazione sarà di 70,7:1 (elevazione).)

I microfoni ceramici (piezoelettrici) e a condensatore sono

del tipo ad alta impedenza e per funzionare tramite un collegamento lungo hanno bisogno di un trasformatore riduttore di impedenza per evitare distorsione di frequenza e introduzione di disturbi lungo il collegamento.

Le linee di collegamento debbono essere naturalmente schermate per evitare la formazione di ronzii, e quando una linea a bassa impedenza è di notevole lunghezza il rischio di ronzii può essere eliminato con l'impiego di un circuito bilanciato, come mostrato in Fig. 3.7. Dal momento che il circuito è bilanciato i segnali che costituiscono il ronzio sono cancellati nel collegamento a terra effettuato al centro dell'avvolgimento primario.

MONO

Abbreviazione di monofonico e di monofonia da non confondersi con monoaurale che significa (ascolto) con un solo orecchio. Mono si riferisce a un singolo canale di amplificazione, di sorgente, a un singolo mezzo.

PIASTRA DI REGISTRAZIONE

È un'altra sorgente di programma il cui supporto è costituito dal nastro magnetico in bobine o in cassette. I nastri preincisi sono disponibili in versioni mono, stereo o quadrifoniche, quantunque al momento della stesura di questo libro, le cassette quadrifoniche non siano diffuse su vasta scala. Come nel sintonizzatore la potenza del segnale è relativamente bassa, il che impone che la piastra di registrazione sia collegata ad un amplificatore ad alta fedeltà.

Rapporto segnale/rumore

Il rapporto segnale/rumore o rapporto S/N (N = noise inglese per rumore), è il livello del segnale costituito da rumore di fondo della sorgente riferito al segnale di uscita ad un dato livello di modulazione o di incisione. Per esempio, se la tensione del rumore di un sintonizzatore è 1000 volte minore del segnale di uscita con un livello di modulazione del 100%, il rapporto

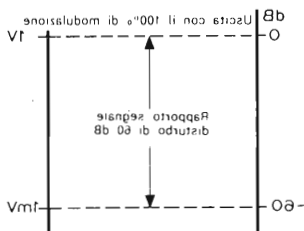



Fig. 3.8 Definizione di rapporto segnale/disturbo. Se riferito alla massima uscita si identifica con la definizione di gamma dinamica.

segnale/disturbo sarà di 1000: 1 vale a dire, espresso in dB come generalmente è, di 60 dB.

Un riferimento ad un livello di modulazione del 30%, il quale produce un segnale di quasi 10 dB inferiore, darebbe un rapporto segnale/rumore minore e cioè di 50 dB.

Il rapporto S/N di un giradischi viene generalmente riferito ad una velocità di incisione di 10 cm/sec.

Un rapporto S/N molto al di sotto di 50 dB riferiti alla massima uscita del segnale (vale a dire ad una modulazione del 100%) è inadeguato per la riproduzione hi-fi dal momento che il rumore di fondo tenderebbe allora ad interferire, con un sibilo troppo evidente, con i passaggi musicali in pianissimo (ppp).

REGOLAZIONE DEL LIVELLO

Alcune sorgenti di programma, specialmente i sintonizzatori, sono equipaggiate con controlli del livello del segnale il cui scopo è quello di adattare il livello del segnale fornito alla sensibilità dell'ingresso corrispondente dell'amplificatore. Come spiegato nel Cap. I la sensibilità si riferisce alla tensione r.m.s. richiesta all'ingresso in questione per ottenere la potenza massima di amplificazione con il controllo di volume al massimo, il bilanciamento in posizione centrale e tutti gli altri controlli in posizione di linearità.

Per ottenere la massima dinamica dell'amplificatore il controllo di volume deve essere generalmente posizionato a — 20 dB sotto l'uscita massima il che corrisponde ad una posizione dell'una delle lancette dell'orologio. Con il volume a questo livello il

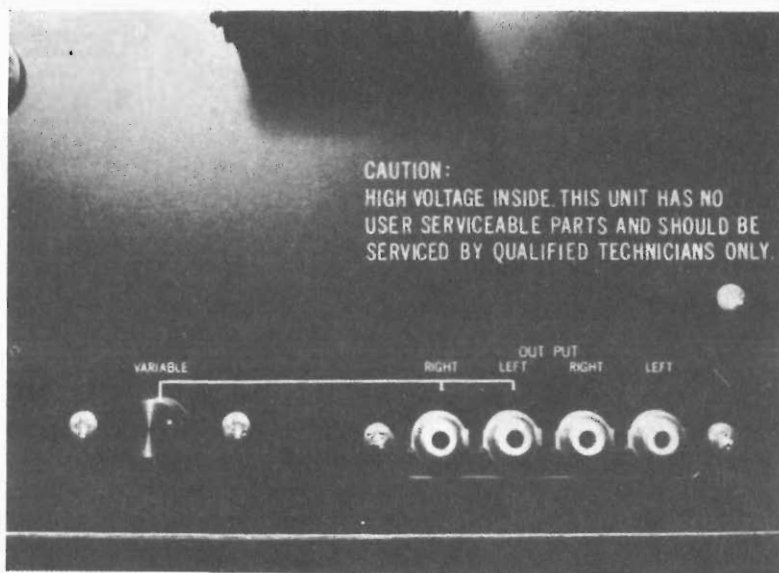



Fig. 3.9 Esempio di regolatore di livello sul retro di un sintonizzatore che ha una uscita fissa non regolata dal potenziometro dell'uscita variabile.

regolatore di livello della sorgente dovrebbe essere in posizione tale da fornire la massima uscita indistorta dall'amplificatore. La regolazione del volume di ascolto sarà poi effettuata con il controllo di volume dell'amplificatore.

Alcuni amplificatori hanno anche regolazioni della sensibilità di ingresso, spesso una per ogni ingresso (ma anche una per ogni canale di ciascun ingresso). Questo permette di regolare tutti gli ingressi in modo da avere lo stesso volume di suono per tutte le sorgenti per una stessa posizione del controllo di volume generale. Il regolatore di livello sul retro di un sintonizzatore è mostrato in Fig. 3.9. Questo sintonizzatore ha anche una uscita fissa non regolata dal potenziometro dell'uscita variabile.

Regolazioni di livello possono anche trovarsi in corrispondenza dell'uscita registratore. Con i potenziometri di livello di registrazione sulle 1 circa, si può agire su queste regolazioni in modo da leggere sugli strumenti del registratore l'intensità corretta del segnale da registrare.

RONZIO

Questo termine si riferisce alla presenza di un rumore di fondo a bassa frequenza durante la riproduzione del segnale richiesto. La frequenza fondamentale del ronzio corrisponde ai 50 Hz (60 in America) della frequenza della tensione di rete, ma la non linearità nella natura del ronzio accoppiato al segnale può derivare dalla riproduzione delle frequenze armoniche di essa, situate a 100, 150, 200 Hz ecc.

Una causa di ronzio è la schermatura insufficiente dei cavi che portano i segnali a basso livello dalla sorgente all'amplificatore. Un'altra causa è la mancanza di collegamento a terra dell'amplificatore o il collegamento a terra simultaneo e separato dell'amplificatore e di una sorgente di suono (vedi *Ronzio da collegamento a terra chiuso*).

Se il ronzio è presente con il volume dell'amplificatore a zero allora sarà da ipotizzare un difetto nei circuiti di filtro dell'amplificatore (circuito aperto o diminuzione del valore nominale dei condensatori elettrolitici).

Il ronzio può essere causato anche da interferenza tra il motore del giradischi e fonorivelatore magnetico.

RONZIO DA COLLEGAMENTO A TERRA CHIUSO

Quando l'amplificatore è collegato a terra ed una o più sorgenti sono anch'esse collegate a terra singolarmente può stabilirsi una condizione di collegamento a terra chiuso il che può causare l'introduzione nei circuiti della sorgente di piccole quantità di ronzio (vedi la voce *Ronzio* nel Cap. I).

RUMORE

Il rumore elettrico deriva da movimenti casuali degli elettroni in un conduttore, in una valvola, in un transistor oppure in qualsiasi circuito. Il rumore prodotto da una sorgente di programma è notevolmente aumentato dall'amplificatore e si manifesterà, se non sufficientemente basso, in un sibilo udito attraverso i diffusori.

Se le impedenze della sorgente e del corrispondente ingresso

dell'amplificatore sono esageratamente differenti il livello del rumore può aumentare fino a deteriorare il rapporto segnale/disturbo (vedi anche *Rumore* nel Cap. I e *Impedenza di uscita* in questo Capitolo).

SEPARAZIONE

Vedi *Diafonia.*

SINTONIZZATORE

Si dice sintonizzatore uno speciale radioricevitore privo degli stadi finali di amplificazione audio (vedi Cap. V). Esso può essere soltanto a modulazione di frequenza (FM) oppure a modulazione di frequenza e a modulazione di ampiezza (FM/AM). Solo la modulazione di frequenza è in grado di fornire una ricezione che abbia caratteristiche di qualità hi-fi e solo con questo sistema è possibile la ricezione stereofonica.

Il segnale audio è emesso ad una potenza relativamente bassa (250 mV circa su 47 kOhm per un livello di modulazione del 30%) e viene inviato poi all'ingresso sintonizzatore (tuner) o ausiliario (aux) dell'amplificatore. Il sintonizzatore è dunque una sorgente di programma.

Per la riproduzione stereo o quadrifonica matrix un decodificatore stereo è accoppiato all'uscita del rivelatore FM e fornisce alla sua uscita i segnali destro e sinistro « totali » di un programma codificato con il sistema matrix.

SORGENTE DI PROGRAMMA

Questo termine si riferisce a qualsiasi componente della catena hi-fi che produca un segnale da inviare all'ingresso dell'amplificatore. Tipiche sorgenti di programma sono il sintonizzatore, la piastra di registrazione, il giradischi, il microfono etc.

SORGENTE QUADRIFONICA

Si tratta di ogni sorgente capace di riproduzione a quattro

canali con sistema matrix o discrete. Per esempio un registratore quadrifonico in funzione di ascolto fornisce quattro canali di informazione (vedi Cap. IV) che vengono inviati all'ingresso dei quattro canali corrispondenti di un amplificatore quadrifonico il quale pilota a sua volta quattro diffusori.

Il supporto che porta il programma, correntemente definito *software* (nastro o disco), dovrà ovviamente contenere quattro diverse informazioni. Un'altra sorgente di suono quadrifonica potrebbe essere costituita da un supporto (nastro o disco) a due canali ciascuno dei quali porta due informazioni codificate con sistema matrix. I due canali corrispondono cioè ai segnali « totali » (destro e sinistro: vedi *Matrix*). In questo caso il giradischi o il registratore hanno testina stereofonica che fornisce i due segnali « totali » L_T ed R_T.

Questi due segnali sono poi immessi in un decodificatore matrix all'uscita del quale si ottengono i segnali corrispondenti al totale quadrifonico e cioè sinistro anteriore, destro anteriore, sinistro posteriore e destro posteriore. I quattro segnali cosí risultanti saranno poi diretti separatamente agli ingressi di un amplificatore quadrifonico per una riproduzione a quattro canali.

Un sistema differente è quello costituito da dischi « discrete » (CD 4 per esempio). In questo caso è di nuovo impiegato un fonorivelatore stereofonico, ma la codificazione quadrifonica del solco del disco utilizza una portante a 30 kHz modulata in frequenza e fase con l'informazione dei canali posteriori destro e sinistro (vedi Cap. IV).

Con questa tecnica il fonorivelatore deve avere una risposta in frequenza di almeno 45 kHz per leggere i componenti definiti sulla portante: i migliori risultati si ottengono con l'impiego di un tipo speciale di stilo di lettura (a taglio cosiddetto Shibata, dal nome dell'inventore giapponese). Anche in questo caso i segnali corrispondenti ai quattro canali di informazione originari si ottengono all'uscita di un demodulatore speciale il quale elabora ciascuno dei due segnali totali L_T ed R_T.

SORGENTE STEREOFONICA

Quasi tutte le sorgenti di programma ad alta fedeltà sono stereofoniche: dischi, nastri e radio. Il termine implica il fatto

che la sorgente fornisce due segnali, l'uno corrispondene al segnale sinistro l'altro al segnale destro.

SUPPORTO (Software)

Si intende per supporto (inglese *software*) qualsiasi medium di un programma come per esempio il disco o il nastro magnetico.

IV. Quadrifonia

AMBIOFONIA

Tutta una serie di nuovi termini è stata coniata per descrivere certi aspetti della riproduzione con quattro diffusori. Questo è uno dei tanti. Esso è comunemente impiegato per designare l'aggiunta di uno o due altoparlanti posti sui lati o sulla parete posteriore dell'ambiente di ascolto e collegati al complesso normale stereofonico in modo da rispondere al differenziale dei due canali stereofonici.

L'informazione differenziale o « differenza » sorge dai due poli positivi di uscita dell'amplificatore quando le uscite dei due canali stereofonici deviano dalla condizione di centralità della sorgente che si ha in monofonia.

Dal momento che tale differenziale può portare segnali riflessi, può riscontrarsi un maggior piacere di ascolto quando l'informazione è trasferita ai diffusori laterali o posteriori per ottenere una specie di effetto ambientale (surround-sound).

Questo modo di riproduzione a quattro canali sfrutta la potenza dei due canali normali stereofonici e necessita quindi di un amplificatore semplicemente stereofonico. Gli amplificatori ed i sintoamplificatori stereofonici sono sovente forniti di due uscite supplementari per gli altri due altoparlanti generalmente collegati come mostrato nella Fig. 4.1.

In alcuni casi comunque può essere inserito nei circuiti degli altoparlanti supplementari un filtro passa-basso in modo che essi rispondano essenzialmente ai suoni di frequenza più bassa. Può anche essere previsto un controllo di livello per i canali posteriori per assicurare il miglior bilanciamento tra i suoni diretti e riflessi. L'amplificatore o il ricevitore possono anche includere

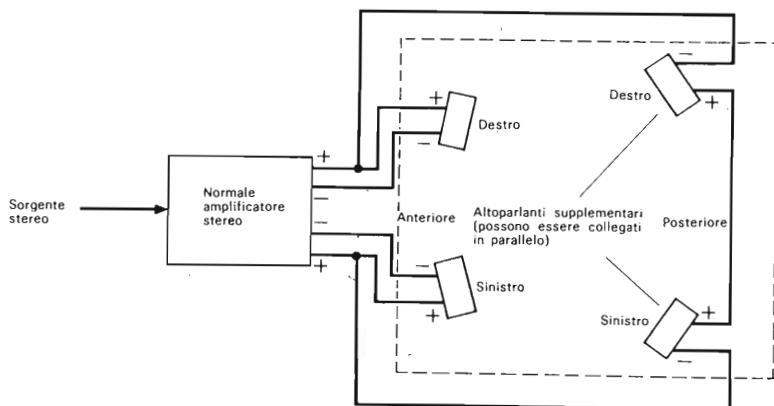



Fig. 4.1 Semplice tecnica (secondo Hafler) per estrarre informazioni differenziali da una sorgente a due canali stereofonia. Il successo di questa tecnica dipende in qualche misura dalla natura della trasmissione o dell'incisione a due canali. I due altoparlanti posteriori possono essere collegati in serie o in parallelo, sebbene il risultato finale sia dato dalla loro reciproca relazione di fase. Alcuni utilizzatori di questa tecnica preferiscono dirigere i diffusori posteriori (o un solo diffusore) verso il muro per facilitare la diffusione dell'informazione sonora. Può anche essere impiegata una certa miscelazione dei due canali anteriori per meglio definire le caratteristiche spaziali del campo sonoro. (Vedi *Miscelazione e Coefficiente di miscelazione*).

un commutatore per l'inserimento o l'esclusione dei canali supplementari.

AMBIO-STEREO

Ambio-stereo o ambio-stereofonia è un termine talvolta impiegato per ambiofonia (vedi alla pagina101).

AMBISONICO

Termine usato per designare un sistema di riproduzione multialtoparlante con il quale l'ascoltatore ha l'impressione di udire un insieme di suoni diretti e riflessi che si avvicina in modo accettabile all'impressione che si ha nella realtà.

CAMPO SONORO

Il campo di onde sonore prodotto da una, o più, sorgenti di suono in un determinato ambiente e dipendente dai suoni diretti e riflessi e dalla natura acustica dell'ambiente.

CANALE POSTERIORE DERIVATO

Questo termine si riferisce generalmente a un semplice sistema quadrifonico (vedi *Matrix* e Fig. 4.1) nel quale le informazioni per i canali posteriori sono ottenute dal segnale differenziale contenuto nei due segnali dei canali stereofonici.

CIRCUITO LOGICO

Tecnica di progettazione circuitale impiegata con certi tipi di decodificatore matrix consistente nel controllo del guadagno dei canali di uscita in relazione all'informazione contenuta nei due canali codificati in modo da ottenere un miglioramento nella separazione dei canali. I sistemi matrix CBS, SQ e Scheiber impiegano simili circuiti.

CODIFICATORE

Circuito matrix per l'elaborazione di quattro segnali in due canali di trasmissione. È il circuito complementare del decodificatore usato per estrarre dai due canali codificati le quattro informazioni originarie. Per i migliori risultati le equazioni caratteristiche del decodificatore debbono essere uguali a quelle del codificatore.

COEFFICIENTE DI MISCELAZIONE

È il fattore che determina il valore della miscelazione o diafonia (lo stesso che blending). Differenti sistemi a matrice adot-

tano differenti coefficienti di miscelazione, ma nel marzo 1972 la giapponese EIA-J ha standardizzato le norme di *matrix normale* stabilendo una serie di coefficienti di miscelazione per apparecchi decodificatori standard.

La miscelazione è usata per dosare soggettivamente gli effetti della diafonia intrinseca esistente tra i canali del sistema fondamentale matrix (vedi *Matrix* nel Cap. III).

COMPATIBILITA'

Il termine indica con quale grado di accuratezza un supporto inciso con sistema matrix o comunque a quattro canali suona in stereofonia o in monofonia. Per esempio, dal momento che le due pareti di un solco di un disco CD 4 recano rispettivamente le informazioni $L_F + L_B$ ed $R_F + R_B$, questo tipo di disco suona in stereofonia esattamente come un normale disco stereofonico ed in monofonia come uno monofonico.

I dischi incisi con sistema matrix hanno differenti gradi di compatibilità stereo o mono. Tutti suoneranno in stereofonia o monofonia, ma — a causa della stessa natura delle fasi matrix — in monofonia parte dei segnali centrali posteriori può essere attenuata e in stereofonia vi può essere una certa perdita di separazione o un innaturale ampliamento del fronte sonoro.

Comunque, si deve riflettere sul fatto che quando un disco è inciso con un sistema quadrifonico le condizioni di incisione sono sempre le migliori per questo tipo di riproduzione (posizioni dei microfoni e dei musicisti etc.), condizioni che possono non essere invece l'optimum richiesto per la riproduzione stereofonica o monofonica. Lo stesso ragionamento può essere applicato al disco stereofonico suonato in monofonia.

Ogni metodo « quadrifonico » di trasmissione FM dovrà essere anche compatibile con la ricezione stereofonica o monofonica. Alcune stazioni giapponesi o americane trasmettono correntemente dischi matrix che possono essere ricevuti in normale stereofonia o monofonia oppure in quadrifonia quando un apposito decodificatore matrix è collegato ai circuiti di uscita di un sintonizzatore e fornisce i segnali ad una catena di riproduzione formata da amplificatore quadrifonico e da quattro diffusori.

COMPATIBILITA' TRA SUPPORTI QUADRIFONICI

Per i migliori risultati l'azione del decodificatore matrix deve essere complementare in modo assoluto a quella del codificatore matrix impiegato originariamente in sede di incisione (o di registrazione magnetica). È comunque possibile suonare ogni tipo di supporto (nastro o disco) matrix utilizzando qualsiasi tipo di decodificatore e ciò con vario successo. A questo proposito si debbono fare alcune osservazioni.

Un disco codificato con tecnica QS suonato attraverso un decodificatore SQ manca leggermente di direzionalità e mostra una riduzione della separazione tra centro frontale e centro posteriore; suonato attraverso un decodificatore Dynaco è riprodotto in modo soddisfacente, ma si nota una certa inaccuratezza dell'immagine sonora; suonato attraverso un decodificatore EV (EVX-44) mostra buona localizzazione dei canali frontali, ma non di quelli posteriori.

Un disco codificato con tecnica SQ suonato attraverso un decodificatore QS ha buona separazione tra i canali; suonato attraverso un decodificatore Dynaco mostra localizzazione angolarmente corretta dei segnali destro e sinistro anteriori, ma non di quelli posteriori; suonato attraverso un decodificatore EVX-44 mostra in genere buona separazione, ma posizione non corretta dei canali posteriori.

DECODIFICATORE

Questo termine indica generalmente i circuiti di riproduzione allo stadio di decodificazione dei segnali codificati con sistema quadrifonico di tipo matrix. Il procedimento complementare alla decodificazione in sede di trasmissione o di incisione si chiama codificazione e codificatore il circuito impiegato.

DEMODULATORE

È l'apparecchio che provvede ad estrarre i quattro segnali codificati con sistema « discrete » il quale fa uso di una portante che reca le informazioni quadrifoniche (vedi *Tecnica CD 4*).

EFFETTO MASCHERA

Fenomeno acustico che si verifica quando, in presenza di due suoni simultanei, solo il più alto dei due è udibile essendo il più debole « mascherato » e abbassato al di sotto della soglia di udibilità. L'effetto maschera ha un ruolo significativo nella riproduzione a quattro canali ed è sfruttato nei circuiti logici di alcuni decodificatori matrix.

FASE

La differenza di tempo, definita con un angolo, tra due punti comuni di due onde periodiche (vedi Fig. 4.2). La fase ha un ruolo determinante in un gran numero di decodificatori quadrifonici e per questo motivo la differenza di fase tra segnali in entrata e segnali in uscita — dalla sorgente all'amplificatore e dall'amplificatore agli altoparlanti — in un sistema quadrifonico

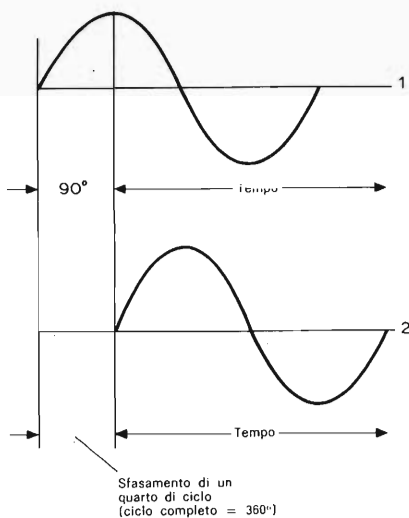



Fig. 4.2 Illustrazione della differenza di fase. L'onda 1 comincia 90° o un quarto di ciclo prima dell'onda 2, in modo che tra di esse vi sia appunto una differenza di fase di un quarto di ciclo o di 90°.

deve essere accuratamente determinata e correttamente controllata per assicurare la riproduzione a quattro canali più opportuna.

LOGICA A CONTROLLO DI GUADAGNO

Tecnica nella quale il guadagno di uno o più dei quattro circuiti di un decoder matrix è regolato automaticamente secondo parametri specifici e che si traduce nell'attenuazione di un segnale non desiderato e nell'esaltazione di un segnale richiesto in modo che il grado di separazione effettiva tra i canali del decodificatore è incrementato. Questo controllo logico è incluso in alcuni decodificatori SQ (vedi *Tecnica SQ*).

MATRIX

Circuito elettrico passivo (talvolta attivo) il quale codifica quattro diverse informazioni corrispondenti ad un campo sonoro di 360° in due canali di incisione o di trasmissione. Semplici circuiti matrix passivi sono mostrati in (a) e (b) della Fig. 4.3.

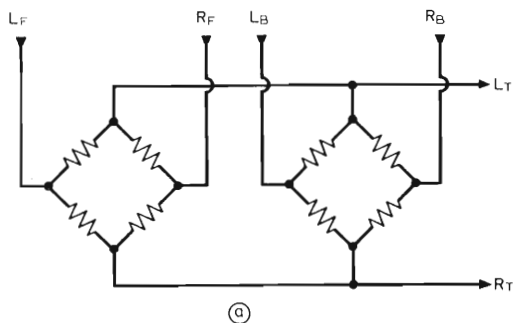
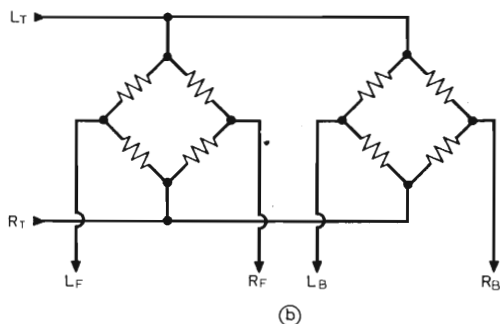



Fig. 4.3 Circuiti matrix base passivi per la codificazione e la decodificazione in (a) e (b) rispettivamente L_F, R_F, L_B, R_B sono i segnali sinistro anteriore, destro anteriore, sinistro posteriore e destro posteriore e L_T R_T i segnali totali destro e sinistro.

Per un miglioramento dell'effetto quadrifonico, circuiti per la rotazione della fase (notata con j nelle equazioni) sono comunemente impiegati in progetti matrix come per esempio nei circuiti EV, SQ e QS.

MATRIX NORMALE

È la tecnica di decodificazione matrix fondamentale ed è una delle tre tecniche standard stabilite dalla Japanese Phonograph Record Association. Un decodificatore matrix normale tipico (RM) è costituito dal decodificatore QS semplice (senza miglioramento Vario-matrix). La Fig. 4.4 mostra in (a) l'effetto di un decodifi-

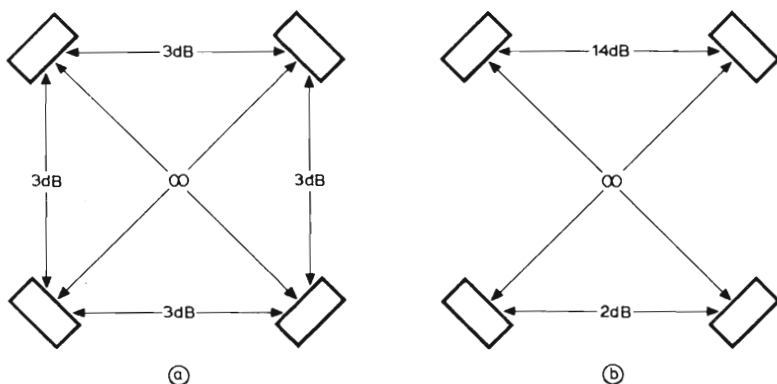



Fig. 4.4 (a) Riproduzione QS attraverso un normale decodificatore matrix e (b) riproduzione QS attraverso un decodificatore EVX-44.

catore matrix RM sulla riproduzione di un disco codificato QS e in (b) l'effetto di un decodificatore EVX-44 sullo stesso tipo di disco.

MISCELAZIONE (blending)

Per migliorare l'impressione soggettiva di riproduzione a quattro diffusori con sistemi matrix, i segnali nei due circuiti (normale e supplementare) possono essere deliberatamente mi-

scelati. Questo procedimento è noto come miscelazione o, con termine inglese, blending.

MULTIPLEX

Si dice multiplex una tecnica di incisione o di trasmissione che permette di riunire in un solo canale di informazione due o più segnali modulando parte dell'informazione totale su un'onda sottoportante in modo tale da facilitare poi la demodulazione e quindi l'estrazione delle informazioni separate originarie.

Tipica di questa tecnica è la trasmissione stereofonica FM, basata sull'impiego di una sottoportante e modulata in frequenza con il segnale monofonico su una sola portante VHF (very high frequency). Anche una trasmissione quadrifonica « discrete » che impieghi una sottoportante può essere definita multiplex.

PANTAFONICO

Termine suggerito come sostituzione di quadrifonico (per evitare l'ibrido greco-latino).

PERIFONICO

Termine suggerito come estensione di « pantafonico » per indicare una riproduzione musicale non solo sul piano orizzontale ma anche su quello verticale.

POSIZIONE DEI DIFFUSORI

I sistemi quadrifonici prevedono generalmente quattro altoparlanti sistemati approssimativamente ai quattro angoli dell'ambiente di ascolto, ma — come avviene per la riproduzione stereofonica — è bene sperimentare diverse soluzioni che tengano conto della natura dei diffusori, delle dimensioni della stanza e del numero di ascoltatori.

QS VARIO-MATRIX

Miglioramento della tecnica matrix QS elaborato dalla Sansui nel 1972 per migliorare la separazione tra i canali mediante la

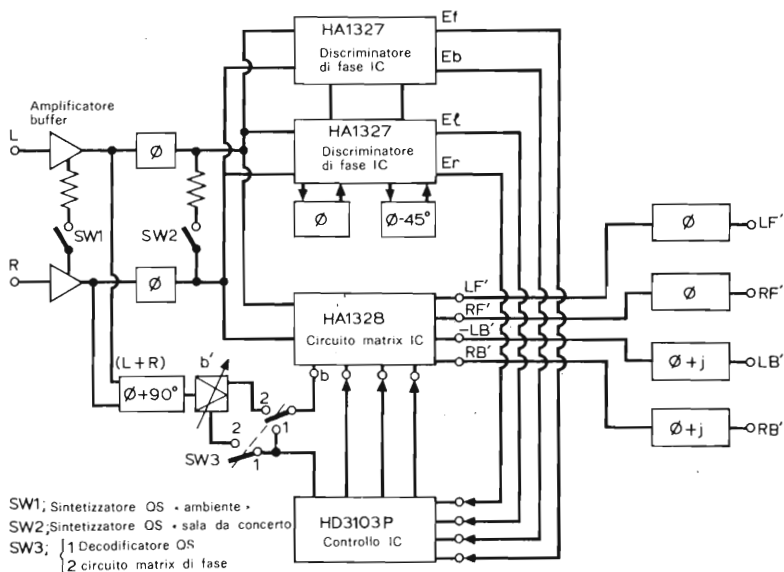



Fig. 4.5 Schema del sofisticato sistema QS Vario-Matrix, basato sull'impiego di circuiti integrati (IC).

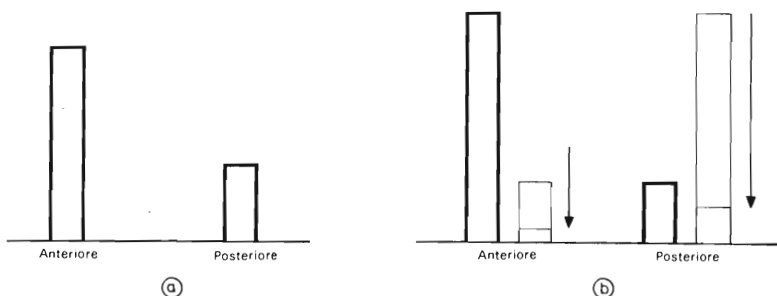



Fig. 4.6 (a) Segnale composto originario nel quale il suono del canale anteriore è più intenso di quello del canale posteriore. (b) Mostra come il circuito decodificatore QS Vario-Matrix sopprima la diafonia anteriore e posteriore senza influenzare il contenuto originario del segnale.

soppressione della diafonia nei canali anteriori e posteriori. Essa consiste in un discriminatore di fase in sfasatori e in un circuito matrix a guadagno variabile che controlla la miscelazione dei quattro segnali senza alterare il guadagno dell'amplificatore di decodificazione. Lo schema di un decodificatore piuttosto sofisticato che adotta la tecnica QS Vario-Matrix e impiega un circuito integrato (IC) è dato in Fig. 4.5.

La tecnica sfrutta il fenomeno dell'effetto maschera direzionale (vedi *Effetto maschera*) e differisce dalla tecnica SQ Matrix sebbene sia simile a questa negli scopi. La Fig. 4.6 mostra in (a) un segnale composto originario nel quale il segnale frontale è più intenso di quello posteriore e in (b) l'effetto che ha il decodificatore QS Vario-matrix sui segnali diafonici.

La figura, mostra come la diafonia frontale e posteriore siano soppresse mentre rimane inalterato il contenuto originario dei due segnali. L'effetto finale è un miglioramento della separazione tra i canali senza deterioramento del contenuto. La tecnica QS Vario-matrix assicura una separazione tra i canali di 20 dB o più.

QUASI QUADRIFONIA

Tipo di riproduzione a quattro canali che si ha quando un normale disco stereofonico o matrix è suonato su un complesso che utilizza una semplice tecnica matrix con quattro altoparlanti (Hafler o simili) derivando i segnali posteriori dalle uscite di un preamplificatore stereofonico che alimenta quattro amplificatori di potenza, uno per ogni diffusore (vedi anche *Synthesizing*).

QUADRADISC

Sono così chiamati dalla RCA e dai gruppi Warner, Elektra e Atlantic i dischi quadrifonici basati sul principio della portante (vedi *Tecnica CD-4*).

STILO SHIBATA

Per definire accuratamente la modulazione della portante sui dischi CD-4 (Quadradisc) che si estende fino a 45 kHz, il raggio

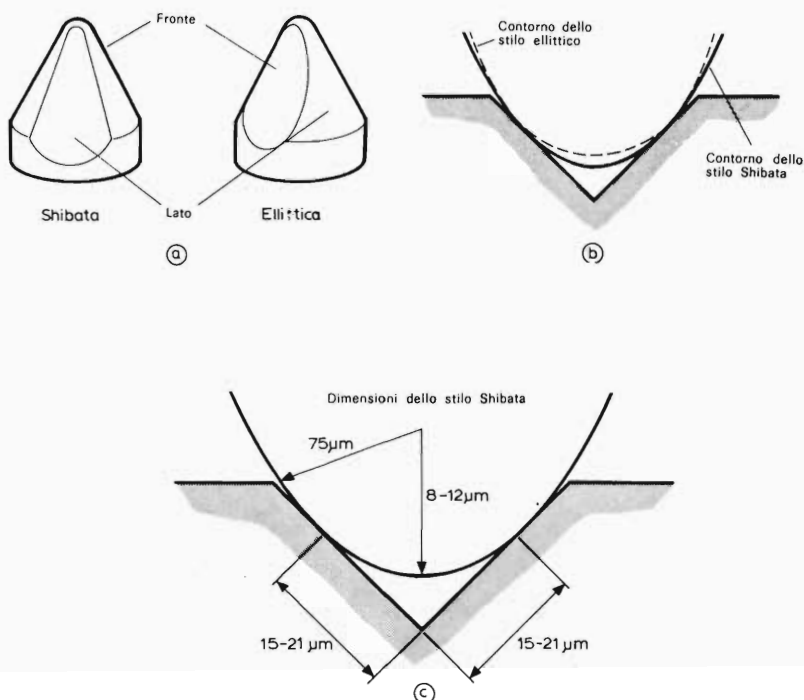



Fig. 4.7 Aspetti dello stilo Shibata. Vedi il testo per i dettagli.

attivo dello stilo di lettura del fonorivelatore deve essere il più piccolo possibile e la frequenza di risonanza dello stilo stesso quando è in contatto con il disco la più elevata possibile. Queste caratteristiche di comportamento sono entrambe ottenute nello stilo multiradiale detto Shibata mostrato in Fig. 4.7 in confronto con uno stilo ellittico (a).

Mentre il raggio attivo è minore nello stilo Shibata i lati di quest'ultimo sono meno arrotondati in modo che la superficie in contatto con il solco è circa quattro volte maggiore. Ciò si traduce in una più vasta distribuzione sulle pareti del solco della pressione di appoggio e quindi in un aumento della frequenza di uno ellittico può essere desunta dalla Fig. 4.10. A causa della maggior superficie di contatto uno stilo Shibata, a parità di peso d'appoggio, usura il disco meno di uno stilo ellittico. Lo stilo Shibata può essere usato anche per la lettura dei dischi stereofonici

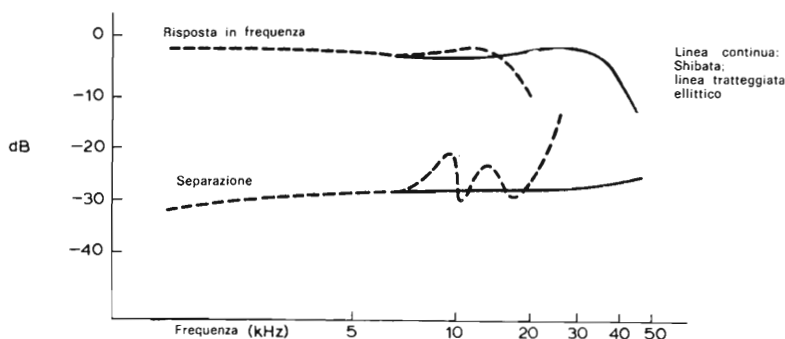



Fig. 4.8 Risposta in frequenza e separazione dello stilo Shibata paragonato allo stilo ellittico.

e matrix. Per questi ultimi, naturalmente, è però adatto anche lo stilo ellittico di un fonorivelatore stereofonico.

Lo stilo Shibata subisce continui miglioramenti e la sua produzione ha raggiunto punte elevate. Poichè i diamanti a punta quadrata necessari per la sua fabricazione diventano sempre più cari e sempre più difficili da ottenere, la Namaki Précision Jewel di Tokyo sta effettuando preparativi per iniziare a produrre su vasta scala stili di tipo Shibata ottenuti da una lega di titanio e diamante. Queste puntine in lega di titanio pare abbiano i requisiti richiesti con minore spreco e buona utilizzazione del materiale.

È degno di nota il fatto che la giapponese JVC ha migliorato le apparecchiature di incisione delle matrici dei dischi le quali sono ora in grado di garantire una risposta in frequenza di 30 Hz - 15 kHz, un rapporto S/N di 65 dB, una separazione di 50 dB ed una dinamica di 85 dB al minimo.

Un altro tipo di stilo progettato per i dischi CD - 4 è l'Ichikawa che garantisce anch'esso una buona risoluzione delle alte frequenze. Un tipo più recente è poi lo stilo Band O Premanik.

Un'idea del miglioramento della risposta alle alte frequenze e della separazione conseguibile, con uno stilo Shibata rispetto ad risonanza. Le dimensioni della punta sono date in (c).

SUONO AMBIENTE (Surround Sound)

Termine impiegato in modo generale per indicare la ripro-

duzione a quattro altoparlanti, applicabile ai vari sistemi di quadrifonia, al sistema matrix semplice ed ai sistemi *synthesizing* (vedi), ma adottato più frequentamente per indicare la quasi quadrifonia.

SYNTHESIZING

Termine impiegato talvolta (in particolare dalla Sansui) per designare la quasi quadrifonia. La tecnica a synthesizer è una specie di sistema matrix che trasforma i canali stereofonici normali destro e sinistro in quattro caanali (sebbene con un certo squilibrio) per una riproduzione con quattro diffusori.

Alcuni amplificatori a quattro canali sono forniti di un commutatore che permette di ottenere questo tipo di riproduzione.

TECNICA CBS

È una tecnica *matrix* elaborata dai Laboratori CBS (Stati Uniti) il cui supporti (disco SQ) è stato progettato in unione con la giapponese Sony (vedi *Tecnica SQ*).

TECNICA CD - 4

Tecnica di incisione quadrifonica del disco di tipo « discrete » elaborata dalla giapponese JVC (con l'approvazione della RIIA americana), nella quale il lato sinistro (interno) del solco porta la somma delle informzioni sinistra anteriore e sinistra posteriore e il lato destro (esterno) del solco reca incisa la somma delle informazioni destra anteriore e destra posteriore. Ciascun lato del solco porta anche un segnale differenziale L_F - L_B sul lato sinistro e R_F - R_B sul lato destro).

I segnali differenziali recano informazioni fino a 15 kHz e la frequenza e la fase modulano una portante a 30 kHz, incisa ugualmente nel solco, tra + 15 kHz e — 10 kHz, come mostra la Fig. 4.9. La frequenza portante istantanea, perciò, si estende da 20 a 45 kHz; Per questa ragione il fonorivelatore usato per la lettura del disco deve avere risposta in frequenza estesa fino a 45 kHz almeno.

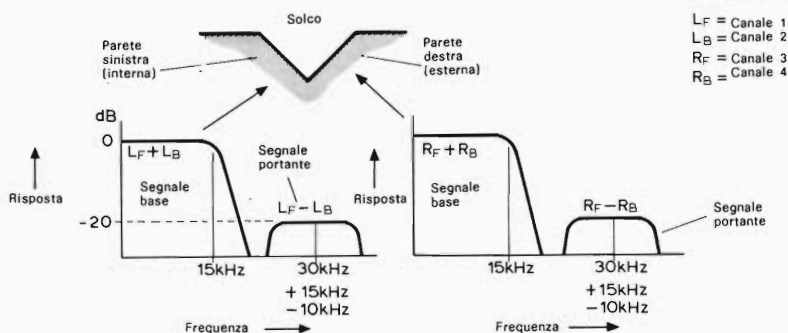



Fig. 4.9 Caratteristiche del sistema CD-4 JVC per l'incisione di dischi « discrete ». Vedere il testo per i dettagli.

Il fonorivelatore ha due soli canali, come per la stereofonia, ma è progettato per una buona risposta in frequenza e una buona separazione alle frequenze elevate. Inoltre, per ottenere una capacità di tracciamento ottimale alle alte frequenze, il fonorivelatore monta uno stilo speciale in grado di leggere correttamente i dischi CD 4. Uno stilo adatto per queste applicazioni è quello detto Shibata (vedi *Stilo Shibata*).

Dal momento che il solco del disco reca incisi i segnali somma $L_F + L_B$ e $R_F + R_B$, i dischi CD 4 possono essere suonati in normale stereofonia (vedi *Compatibilità*). Per ottenere le quattro segnali provenienti dal fonorivelatore sono immessi in un demodulatore CD 4 (vedi *Demodulatore*) il quale fornisce i segnali L_F, L_B, R_F, R_B destinati all'ingresso di amplificatore a quattro canali che a sua volta pilota quattro diffusori. Il demodulatore CD 4 incorpora un circuito matrix che elabora i segnali nel modo seguente:

$$L_F = \tfrac{1}{2}\,[(L_F + L_B) + (L_F - L_B)]$$
$$L_B = \tfrac{1}{2}\,[(L_F + L_B) - (L_F - L_B)]$$
$$R_F = \tfrac{1}{2}\,[(R_F + R_B) + (R_F - R_B)]$$
$$R_B = \tfrac{1}{2}\,[(R_F + R_B) - (R_F - R_B)]$$

TECNICA DELLA PORTANTE

Si tratta di una tecnica quadrifonica nella quale l'informazione supplementare richiesta per la riproduzione a quattro

canali è modulata su un'onda portante. I sistemi che correntemente adottano questo principio includono il CD 4 della JVC, sistema di incisione « discrete » a quattro canali (vedi *Tecnica CD 4*), e il sistema UD 4 della Nippon Columbia che è essenzialmente una evoluzione del sistema QMX (vedi *Tecnica UD 4*).

I quattro segnali separati per la riproduzione sono ottenuti con un tipo speciale di demodulatore (vedi *Demodulatore*).

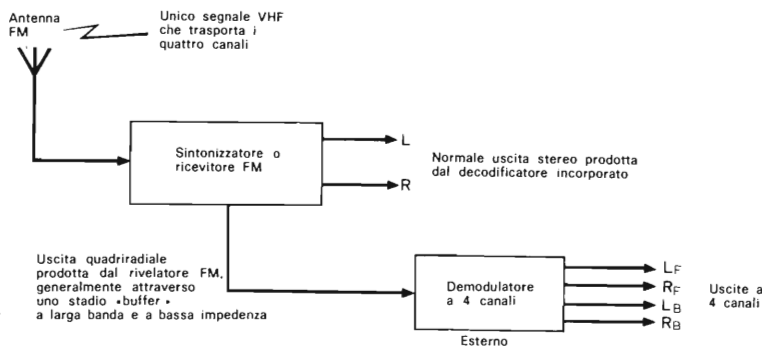



Fig. 4.10 Sistema « multiplex » di trasmissione quadrifonica basata su una sola portante VHF. Esso richiede il collegamento di un demodulatore a 4 canali al sintonizzatore o al ricevitore (all'uscita del rivelatore FM e prima del circuito di deenfasi). Alcuni sintonizzatori FM hi-fi sono già forniti di una uscita del genere detta talvolta « quadriradiale ».

Diverse tecniche della portante sono state elaborate per le trasmissioni radio in quadrifonia. Queste ultime sono una derivazione del sistema di trasmissione stereofonica FM multiplex rielaborato in modo da permettere la trasmissione di segnali supplementari per i canali posteriori. È impiegata una sola portante VHF (very high frequency) modulata in frequenza nella quale l'informazione supplementare è inserita con l'ausilio di uno o più sottocanali modulati.

Per riottenere i quattro segnali originari, all'uscita del rivelatore FM del sintonizzatore, deve essere collegato uno speciale demodulatore o decodificatore; alcuni sintonizzatori e ricevitori hi-fi sono già equipaggiati con questo circuito e sono contraddistinti con la dicitura « quadradial ». La circuitazione è effettuata come mostrato nella Fig. 4.10.

TECNICA « DISCRETE »

Sistema di riproduzione quadrifonico nel quale i segnali per ciascuno dei quattro canali sono presentati separatamente a differenza che nel sistema matrix nel quale vi è diafonia intrinseca tra i canali. Un sistema a canali separati in forma perfetta sarebbe costituito da un nastro che rechi quattro piste separate perfettamente suonato su una piastra di registrazione con quattro testine separate che forniscono segnali a quattro amplificatori separati ciascuno accoppiato ad un altoparlante.

Vi sono piastre di registrazione a bobina quadrifoniche. La JVC ha elaborato un sistema a cassette « discrete »: in esso ogni metà del sottile nastro porta quattro piste separate per un totale di otto piste sull'intera larghezza del nastro.

La sottolissima pista causa problemi di rapporto segnale/disturbo e di dinamica che sono però stati risolti con l'impiego di sistemi di riduzione del rumore (Dolby o ANRS — quest'ultimo elaborato dalla stessa JVC).

TECNICA DM 4

Tecnica elaborata dalla giapponese Sanyo per migliorare la separazione tra i canali del suo sistema di decodificazione matrix.

TECNICA DORREN

Sistema di radiotrasmissione quadrifonica con onda portante elaborato dallo statunitense Louis Dorren.

TECNICA DYNACO

Un semplice esempio di riproduzione quadrifonica che sfrutta la derivazione dai segnali stereofonici di segnali supplementari posteriori (vedi *Matrix* e Fig. 4.1).

TECNICA EV

EV sta per Electro-Voice Inc of America ed indica una tecnica

quadrifonica matrix di equazioni caratteristiche. Le equazioni fondamentali sono:

$$L_T = L_F + 0{\cdot}3R_F + L_B - 0{\cdot}5R_B$$
$$R_T = 0{\cdot}3L_F + R_F - 0{\cdot}5L_B + R_B$$

Vi sono almeno due serie di equazioni di decodificazione, l'uno conosciuto come EVX-4:

$L_F = L_T + 0{,}2\ R$ $\qquad R = 0{,}2\ L + R$
$L = 0{,}76\ (L - 0{,}8\ R)$ $\qquad R = 0{,}76\ (-0{,}8\ L + R)$
l'altro conosciuto come EVX-44:
$L = L + 0{,}2\ R$ $\qquad R = 0{,}2\ L + R$
$L = 0{,}63\ (0{,}4\ L + j\ L)$ $\qquad R = 0{,}63\ (L + j\ 0{,}4\ L) - 0{,}63\ (0{,}4\ R + j\ R)$
dove j è una rotazione di fase di 90°.

TECNICA QS

Tipo di tecnica matrix normale elaborata dalla Sansui Electric Company (Giappone). Si tratta di un tipo di matrix rotazionale simmetrico che prevede sfasatori a $\pm$ 90° ed una delle tecniche recentemente approvate dalla RIAA. Una delle sue caratteristiche è una separazione uniforme su un angolo di 360°.

Le equazioni fondamentali di codificazione sono:

$$L_T = L_F + 0{,}414\ R_F + j\ L_B + j\ 0{,}414\ R_B$$
$$R_T = 0{,}414\ L_F + R_F = j\ 0{,}414\ L_B - j\ R_B$$

mentre quelle di decodificazione:

$$L_F = L_T + 0{,}414\ R_T \qquad R_F = 0{,}414\ L_T + R_T$$
$$L_B = -j\ (L_T - 0{,}414\ R_T) \qquad R_B = j\ (-0{,}414\ L_T + R_T)$$

dove j indica la rotazione di fase a 90°.

Un'altra equazione di questo tipo di matrix (designato come Type 2 nelle specificazioni RIAA) per il piano completo a 360° è:

$$\begin{bmatrix} L_T \\ R_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin\theta/2 & j\sin\theta/2 \\ \cos\theta/2 & j\cos\theta/2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F(\theta) \\ B(\theta) \end{bmatrix}$$

dove ϑ è l'angolo in senso antiorario della sorgente di suono rispetto alla posizione centro-destra nel campo sonoro originale, F (ϑ) la sorgente di suono localizzata nella metà frontale del campo sonoro originale ($0 \leq \theta \leq \pi$) e B (ϑ) una sorgente di suono localizzata nella metà posteriore del campo sonoro originale ($\pi < \theta < 2\pi$). Anche qui j denota la rotazione di fase a 90°

I dischi codificati in QS (sotto varie etichette) sono già di-

sponibili e la tecnica è stata adottata dai Giapponesi e da alcune stazioni FM americane.

TECNICA SHEIBER

Sistema matrix proposto da Sheiber in America dal quale è poi derivato il matrix normale (RM).

TECNICA SQ

Un'altra tecnica matrix elaborata dai Laboratori CBS (Stati Uniti) sotto l'egida della CBS Records e della Sony giapponese. Essa mostra una buona separazione tra i canali frontali direttamente dipendente dal tipo di decoder impiegato. I canali posteriori sono registrati con uno sfasamento di 90° in sensi opposti il che imprime allo stilo di lettura un moto approssimativamente elicoidale: in senso orario per il canale sinistro, antiorario per quello destro.

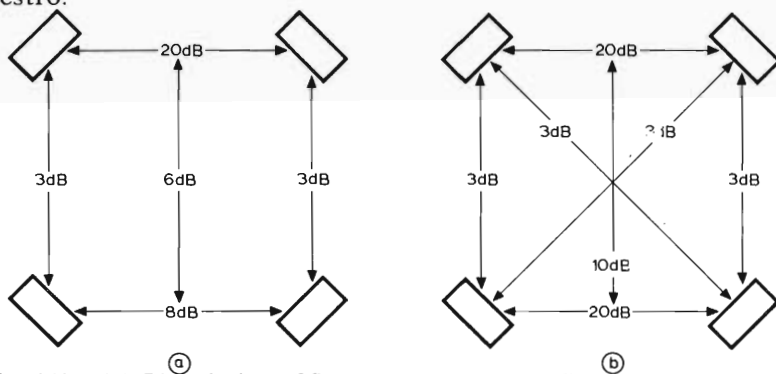



Fig. 4.11 (a) Riproduzione QS attraverso un decodificatore a miscelazione e (b) attraverso un decodificatore con logica anteriore-posteriore.

La separazione dei canali anteriori assicura buona compatibilità per i diversi tipi di disco, ma in ascolto monofonico alcuni suoni centrali possono annullarsi, a seconda del tipo di registrazione. Con i dischi codificati con sistema QS si ha minor separazione tra i canali frontali, con un effetto di ampliamento del fronte sonoro, ma la cancellazione dei suoni centrali in ascolto monofonico è meno preoccupante.

Nel circuito del decodificatore sono usati, ovviamente, degli sfasatori. Un tipo di decodificatore, il cui effetto sulla riproduzione di dischi SQ è mostrato nella Fig. 4.11 (a), adotta un coefficiente di miscelazione tra i segnali (SQ 10 — 40 Blend Decoder). Un altro progetto si avvale di circuiti logici di controllo di guadagno ed è designato con varie espressioni come per esempio « circuito logico di accoppiamento dell'onda » o circuito logico anteriore-posteriore. Gli stadi destinati al controllo di guadagno sono concepiti in modo da regolare automaticamente il guadagno sulla natura dell'informazione contenuta nel canale il che assicura un miglioramento della separazione in condizioni dinamiche (vedi *Logica a controllo di guadagno*).

Un'idea delle differenze che si hanno suonando un disco SQ attraverso un decodificatore a miscelazione (blend decoder) e un decodificatore a logica anteriore-posteriore con coefficiente di miscelazione 10-40 può desumersi dalla comparazione di (a) e (b) nella Fig. 4.11. Si ottiene una eccellente separazione tra i due canali anteriori e i due posteriori, una separazione accettabile tra il fronte anteriore e quello posteriore. La separazione in diagonale è invece di soli 3 dB. Un decodificatore SQ a « logica completa » assicura, a seconda del tipo, una separazione di 20 dB circa.

Le equazioni fondamentali di codificazione sono:

$$L_T = L_F + 0\ R_F - j\ 0{,}707\ L_B + 0{,}707\ R_B$$
$$R_T = 0\ L_F + R_F - 0{,}707\ L_B + j\ 0{,}707\ R_B$$

mentre quelle di decodificazione:

$$L_F = L_T \qquad R_F = R_T$$
$$L_B = 0{,}707\ (-j\ L_T + R_T) \qquad R_B = 0{,}707\ (L_T - j\ R_T)$$

dove j indica la rotazione di fase di 90°.

Ulteriori informazioni sui circuiti di decodificazione SQ possono essere desunte dal volume di H. W. Hellyer « *Manuale Stereo* » edito dalla stessa casa editrice che ha pubblicato questo libro.

TECNICA UD-4

Tecnica che combina il sistema matrix con quello a sfasamento elaborata dal Dr. Duane Cooper dell'Università dell'Illinois e realizzata dalla Nippon Columbia Company Limited. La cosiddetta tecnica phase-matrix (o phasor-matrix come è talvolta chia-

mata) prevede la codificazione di quattro segnali in due circuiti dei quali il primo ha una certa relazione di fase con il secondo (tipo QS etc.) e che sono a loro volta combinati con due canali supplementari che sfruttano una portante a 30 kHz di ampiezza di banda ristretta e modulata in frequenza. La frequenza massima è di circa 40 kHz, meno, quindi, che nel CD-4.

Il sistema è concepito in modo che i canali supplementari possono anche non essere impiegati. Quando però lo sono la « direttività » del suono è incrementata e la posizione dell'ascoltatore rispetto ai diffusori è meno critica. Inoltre esso ha un alto grado di compatibilità con l'ascolto monofonico, nel quale non causa anomalie di direzionalità, con l'ascolto stereofonico, con l'ascolto-ambiente (surround sound) a quattro diffusori e con i diversi tipi di supporto (nastri o dischi) « discrete ».

La tecnica phase-matrix provvede ad una distribuzione del suono simmetrica a 45° in modo che l'emissione non desiderata ai due lati di quella utile è con essa in fase a $\pm$ 45°, caratteristica questa che favorisce la localizzazione delle immagini sonore.

Attualmente i supporti UD-4 hanno una certa diffusione ed è allo studio un progetto per la trasmissione FM.

2-2-2

Abbreviazione usata talvolta per descrivere un normale sistema di riproduzione a due canali (stereofonico). La prima cifra si riferisce al numero dei canali della sorgente, la seconda al numero dei canali di trasmissione o di amplificazione, l'ultima al numero dei diffusori.

2-2-4

Abbreviazione impiegata per descrivere la quasi quadrifonia per la quale vi sono due canali della sorgente, due canali di amplificazione (come nella stereofonia) e quattro diffusori.

4-2-4

Abbreviazione che definisce la tecnica nella quala sono impiegati quattro canali della sorgente codificati in due canali ste-

reofonici, decodificati poi da un decodificatore, e quattro diffusori.

4-4-4

Abbreviazione impiegata per designare la tecnica « discrete » (tipo CD-4) oppure, più esattamente, la registrazione magnetica a quattro canali. I canali della sorgente sono quattro, quelli di amplificazione pure quattro e quattro sono i diffusori.

V. Sintonizzatori e antenne

ADATTAMENTO DELLE ANTENNE

L'energia del segnale radio, captata dall'antenna che intercetta le onde radio, deve essere trasferita all'ingresso-antenna del sintonizzatore con le minori perdite possibili.

Le antenne VHF (very high frequency) utilizzate per la modulazione di frequenza (e talvolta per alcuni canali televisivi) è collegata al sintonizzatore tramite un cavo (spesso denominato discesa d'antenna) il quale, per il maggior trasferimento di energia, deve adattarsi sia all'impedenza terminale dell'antenna stessa, sia all'impedenza della presa di antenna del sintonizzatore.

Il cavo comunemente usato in Europa è generalmente un cavo coassiale (formato da un conduttore centrale circondato da una schermatura esterna che impedisce perdite apprezzabili di energia e ricoperto da materiale plastico flessibile) la cui impedenza è di circa 75 Ohm. È stato scelto il valore di 75 Ohm perché questa è l'impedenza del punto centrale di un'antenna a dipolo accordata. L'adattamento corretto con l'antenna si ottiene così collegando direttamente questo cavo al dipolo.

L'impedenza centrale di un dipolo cade quando si aggiungono elementi supplementari, ma i fabbricanti di antenne impiegano vari artifici costruttivi al fine di mantenere l'impedenza generale di un'antenna a più elementi, intorno al valore di 75 Ohm, qualunque sia il numero degli elementi aggiunti.

Dal momento che un dipolo ha caratteristiche di bilanciamento, mentre un cavo coassiale è sbilanciato, il trasformatore di adattamento dell'antenna può anche prevedere un accoppiamento bilanciante del cavo rispetto all'antenna. Queste però sono (o dovrebbero essere) preoccupazioni dei fabbricanti di antenne.

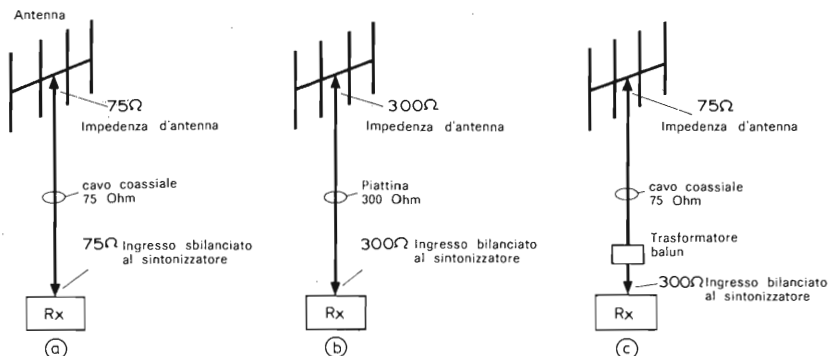



Fig. 5.1 Accoppiamenti con l'antenna. (a) impiengando cavo coassiale tra antenna e apparecchio (b) impiegando piattina (c) usando un trasformatore di impedenza « balun » per collegare un sistema d'antenna sbilanciato a 75 Ohm con un sintonizzatore con ingresso bilanciato a 300 Ohm.

Nel caso che la presa di antenna del sintonizzatore abbia un valore di impedenza di 75 Ohm l'adattamento corretto del cavo si otterrà collegandolo semplicemente all'antenna come mostrato in Fig. 5.1 (a).

Negli Stati Uniti sono comunemente adottati cavi piatti di impedenza pari a 300 Ohm e, dal momento che in quel paese le antenne hanno una impedenza di 300 Ohm, il corretto adattamento è di nuovo ottenuto collegando semplicemente il cavo all'antenna e, all'altra estremità, all'ingresso-antenna del sintonizzatore come è mostrato nella Fig. 5.1 (b). I sintonizzatori hi-fi sono sovente forniti di due prese d'antenna con impedenze rispettivamente di 75 Ohm sbilanciata e di 300 Ohm bilanciata.

In alcuni paesi europei lo standard è di 240 Ohm bilanciati, ha questo valore è sufficientemente vicino a 300 Ohm: il disadattamento che si ha usando un'antenna di 300 Ohm bilanciati è perciò irrilevante.

Un disadattamento apprezzabile si ha invece quando un sistema d'antenna di 75 Ohm sbilanciati è collegato ad un sintonizzatore con presa di 300 (o 240) Ohm bilanciati. Collegando direttamente un'antenna a 75 Ohm ad una presa a 300 Ohm può aversi una considerevole perdita di energia del segnale.

Vi sono due modi per ovviare a questo inconveniente. Il migliore è quello di impiegare un trasformatore « sbilanciato-bilanciato » (chiamato anche « balun » per brevità) tra cavo coas-

siale e presa d'antenna come mostrato nella Fig. 5.1 (c). Per questa operazione sono disponibili trasformatori a bassa perdita. Essi hanno un coefficiente di innalzamento di 2:1 che permette di elevare l'impedenza di un rapporto pari a 4:1 cambiando l'ingresso sbilanciato in un'uscita bilanciata. In questo modo l'impedenza del cavo è elevata da 75 a 300 Ohm e le condizioni di sbilanciamento sono mutate in condizioni di bilanciamento.

Il cavo bilanciato differisce da quello coassiale per il fatto che il primo usa come supporto per i due conduttori un mezzo dielettrico in plastica che gli dà l'aspetto di un nastro (piattina). In alcuni casi i due conduttori sono inguainati in una schermatura metallica e l'aspetto è più simile a quello di un cavo coassiale.

ANTENNA A DIPOLO

Conduttore metallico la cui lunghezza è legata da una certa relazione alla lunghezza d'onda o alla frequenza del segnale ricercato; esso è collegato al cavo di antenna (o discesa d'antenna) generalmente al suo punto centrale nel quale l'impedenza è bassa e si adatta accettabilmente a quella di 75 Ohm del cavo coassiale (vedi Fig. 5.2). Il dipolo è generalmente lungo metà della lunghezza d'onda della frequenza del segnale, ma risponderà con uguale efficienza in entrambe le direzioni ad esso ortogonali. Infatti la sua capacità captativa non è molto alta, in quanto tale capacità è determinata dal rapporto lunghezza/diametro del conduttore stesso.

La lunghezza d'onda di un segnale è pari alla velocità delle onde radio attraverso lo spazio che è virtualmente di 300×10^6 metri al secondo diviso per la frequenza del segnale in Hz. Così la lunghezza d'onda in metri, quando la frequenza è indicata in MHz, è uguale a 300 diviso per i MHz.

La banda 2 dello spettro VHF (very high frequency) la quale trasporta i segnali FM, si estende da circa 88 MHz a 108 MHz; un dipolo la cui capacità di sintonizzazione massima dovesse essere per esempio a centro banda (circa 95 MHz) dovrebbe perciò avere una lunghezza di 1/2.300/95 vale a dire m. 1,579.

In pratica la lunghezza usata per l'antenna a dipolo è leggermente inferiore a quella trovata, dal momento che la velocità delle onde si riduce leggermente nel passare dallo spazio al dipolo.

La lunghezza è perciò di circa **1** metro e mezzo o poco meno a seconda del fattore di velocità dell'antenna, fattore che è funzione del suo rapporto lunghezza/diametro.

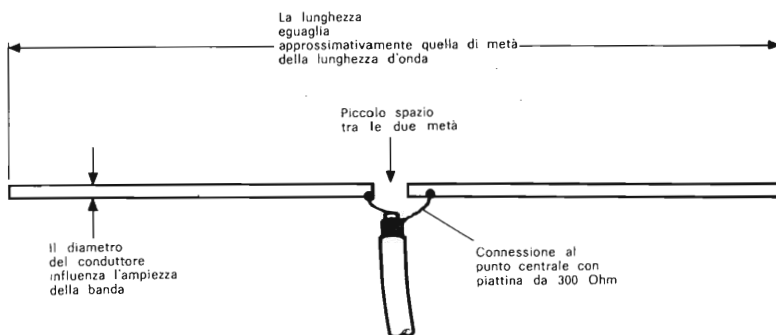



Fig. 5.2 Caratteristiche di un'antenna a semplice dipolo. Vedere il testo per i dettagli.

Un semplice dipolo ha un diagramma polare di ricezione a forma di 8 il che significa che esso capta con uguale intensità segnali provenienti da entrambe le direzioni ad esso ortogonali.

ANTENNA A FILO

Filo metallico di una certa lunghezza usato come antenna per la ricezione in AM. Molti sintonizzatori AM sono però forniti di un'antenna interna in ferrite (vedi *Antenna incorporata in ferrite*) per la ricezione dei segnali ad onde medie e lunghe. Una antenna a filo è comunque necessaria per ricevere programmi trasmessi in onde corte. Essa può essere di lunghezza causale (antenna non accordata) oppure di lunghezza tale da risuonare a frequenze date.

ANTENNA DIREZIONALE

Tipo di antenna che favorisce i segnali che giungono secondo una certa inclinazione più di quelli che giungono con inclinazioni diverse (vedi *Diagramma polare delle antenne* e *Antenna Yagi*).

ANTENNA INCORPORATA IN FERRITE

È un'antenna costituita da una sbarretta di ferrite lunga circa 150 mm sulla quale sono avvolte spire di conduttore. È impiegata per captare trasmissioni AM sulle gamme ad onda media che interessano. Questo tipo di antenna è adatto essenzialmente per le gamme d'onda lunga e media, e si trova generalmente sul retro di sintonizzatori che possiedono anche la gamma d'onda in AM oltre che la modulazione di frequenza.

L'induttanza (avvolgimento in spire) dell'antenna in ferrite costituisce la sezione frontale di sintonizzazione (front end) in AM; non è perciò possibile, in genere, staccare l'antenna dal

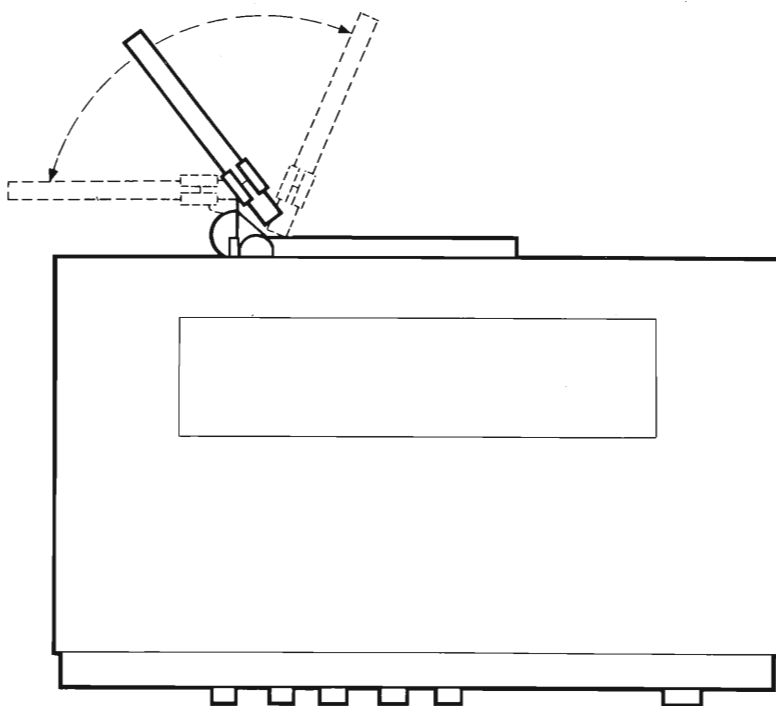



Fig. 5.3 Alcune antenne incorporate in ferrite possono ruotare su 180°
La posizione migliore è quella che assicura il massimo responso o il miglior rapporto segnale-interferenza

sintonizzatore. Questi sintonizzatori, comunque, sono provvisti anche di una presa per il collegamento di un'antenna AM esterna (costituita da un lungo filo trasversale) in modo che il segnale da questa captato sia induttivamente o capacitivamente accoppiato all'antenna in ferrite incorporata. Per i migliori risultati con un'antenna esterna il ricevitore o il sintonizzatore dovrebbero essere collegati efficacemente a terra.

Per la ricezione di programmi trasmessi in onde corte è necessaria un'antenna esterna in quanto l'antenna in ferrite non è in grado di captare i segnali.

In alcuni modelli di sintonizzatore è possibile escludere l'antenna incorporata quando si usa un'antenna esterna. Un'antenna incorporata in ferrite è del pari inadatta alla ricezione di programmi trasmessi in FM; qualche modello è comunque fornito di un'antenna estensibile per FM che si rivela però utile soltanto in condizioni di ricezione molto favorevoli. Un semplice dipolo pieghevole può essere incorporato nel sintonizzatore oppure lo stesso filo di alimentazione ad una certa lunghezza può essere risonante con la frequenza da captare e può essere collegato all'ingresso antenna tramite un apposito filtro isolante.

L'antenna in ferrite incorporata è l'erede diretta dell'antica antenna a cornice, ma è molto più piccola di essa perché la ferrite concentra il campo elettromagnetico sulle spire dell'avvolgimento o degli avvolgimenti. In questo modo l'antenna deve essere allineata con i componenti magnetici il che la rende alquanto direzionale.

A questo proposito si comporta come l'antenna a dipolo e dà il massimo segnale quando è in posizione ortogonale alla direzione delle onde di trasmissione, il minimo, invece quando una delle sue estremità è puntata verso la stazione trasmittente. Questa caratteristica è utile per ottenere il massimo rapporto segnale utile/interferenza, particolarmente in presenza di interferenza televisiva.

Sfortunatamente su alcuni sintonizzatori e ricevitori lantenna in ferrite può essere orientata solo verso il basso rispetto al pannello posteriore in metallo, il che significa che per la migliore ricezione tutto l'apparecchio deve essere mosso. Alcuni progettisti hanno ovviato a questo inconveniente facendo in modo che l'antenna possa liberamente orientarsi su tutto il piano orizzontale come mostra la Fig. 5.3. L'antenna è più efficiente quanto più è distante da oggetti metallici.

ANTENNA YAGI

Antenna dipolo (vedi *Antenna a dipolo*) fornita di sistemi riflettori e direttori così chiamata dal nome dell'ingegnere giapponese che per primo ne pubblicò in collaborazione con il Prof. Uda (nel 1926-28) i princìpi di funzionamento. L'antenna a H è una Yagi nella sua forma più semplice che ha un conduttore separato montato parallelamente al dipolo. Quando il conduttore

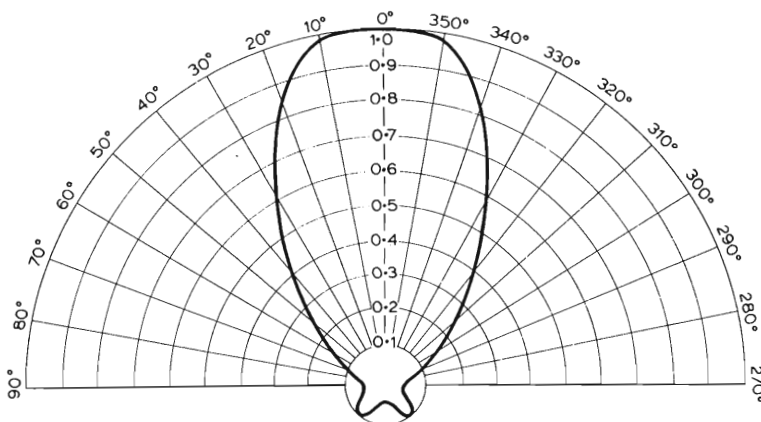
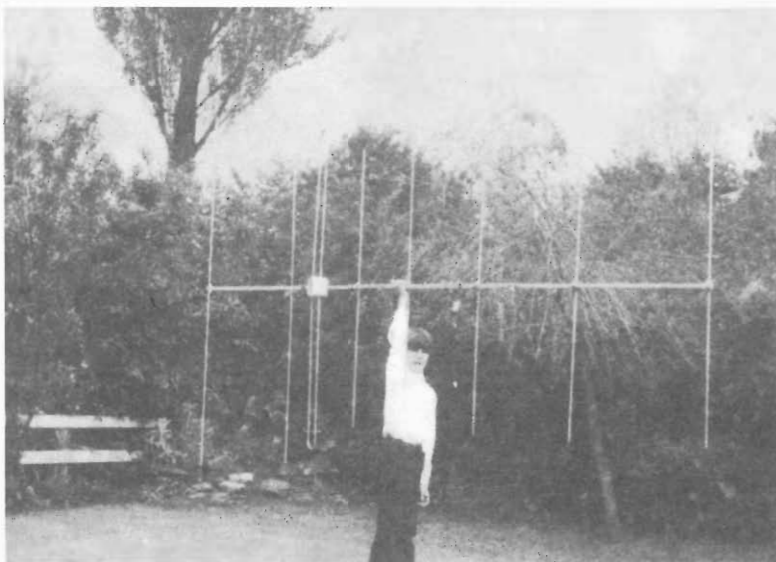



Fig. 5.4 Diagramma polare di un'antenna direzionale a sei elementi.

deve funzionare da riflettore è leggermente più lungo del dipolo mentre quando deve fungere da direttore è leggermente più corto.

Nessun contatto elettrico specifico esiste tra dipolo e riflettori/direttori, ma la distanza di questi ultimi dal dipolo è importante. Quando è impiegato più di un direttore essi possono essere gradualmente ridotti in lunghezza. In sistemi elaborati diversi riflettori (due o più) possono essere usati (vedi Fig.5.5). Poiché i conduttori supplementari non sono in collegamento elettrico con il dipolo, essi sono talvolta detti elementi parassiti.

Quando essi sono correttamente distanziati tra loro e con il dipolo e ciascuno ha la lunghezza esatta, essi captano il segnale e lo ri-irradiano rinforzato verso il dipolo. In questo modo l'antenna favorisce i segnali che provengono da una direzione orto-

5.5 Antenna Fubu Uka stereo 8 f.m. a più riflettori

gonale ai riflettori, respingendo quelli che provengono da altre direzioni. Inoltre il guadagno anteriore dell'antenna è aumentato su un dipolo, l'angolo anteriore di captazione ridotto e il rapporto avanti-dietro aumentato

AREA CONTIGUA

Si dicono aree contigue le zone al di fuori dell'area di servizio di una trasmittente FM particolarmente quelle nelle quali non può essere assicurata una ricezione stabile. L'area contigua comincia generalmente oltre gli 80-100 km dalla trasmittente. Vedi anche *Troposfera e Area di servizio.*

AREA DI SERVIZIO

La zona attorno a una stazione trasmittente nella quale è possibile, in condizioni di normalità, avere una ricezione stabile.

In FM la distanza massima di ricezione è di 50-80 km a seconda della potenza del trasmettitore e dall'altezza delle antenne trasmittente e ricevente.

La direttività dell'antenna trasmittente può, comunque, modificare queste distanze in certe direzioni, mentre anche all'interno dell'area di servizio oggetti naturali o costruiti dall'uomo possono attenuare il segnale, particolarmente quando il luogo di ricezione è a quote depresse. La Fig. 5.6 mostra come il segnale FM possa essere attenuato da una zona boscosa.

Per la ricezione all'interno dell'area di servizio sono necessarie generalmente antenne meno elaborate di quelle richieste per le aree contigue (vedi *Area contigua*) sebbene la ricezione

Fig. 5.6 Anche all'interno dell'area di servizio il segnale FM può essere attenuato da un ostacolo, come per esempio una zona boscosa.

multipath (vedi *Ricezione multipath*) e la distorsione che ne deriva possano imporre l'uso di antenne molto direzionali anche all'interno dell'area di servizio.

CINGUETTIO (« Birdies » interference)

Termine usato colloquialmente per descrivere il fenomeno acustico causato da certi tipi di interferenza, specialmente nella trasmissione stereofonica quando si verifica interferenza tra due canali di trasmissione adiacenti. Una delle cause del disturbo è descritta nella Fig. 5.7. Il sintonizzatore è regolato per ricevere una trasmissione; un canale adiacente ad una distanza di 200 kHz, interferisce producendo un segnale di piccola intensità. All'uscita del rivelatore FM del sintonizzatore è dunque presente un battito a 200 kHz che, essendo ultrasonico, è naturalmente inudibile.

Il decodificatore stereo dell'apparecchio opera costantemente su una portante a 38 KHz (che è la portante, o meglio la sottoportante, della trasmissione stereofonica) e, a causa della forma

d'onda (quadra) di essa, si formano armoniche superiori a 114, 190, 266 KHz. In questo caso la quinta armonica a 190 KHz produce battimenti con il segnale a 200 KHz proveniente dal rivelatore FM e nei circuiti si genera un segnale differenza a 10 KHz.

Poichè questo segnale è perturbato dalla modulazione, esso

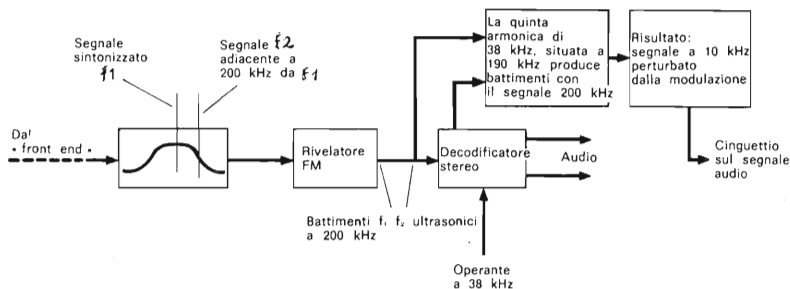



Fig. 5.7 Illustrazione delle cause di un tipo di interferenza (cinguettio).

diventa udibile sotto forma di un fischio modulato ad alta frequenza somigliante a un cinguettio. Altre combinazioni di segnali possono produrre questo effetto: un segnale adiacente alla distanza di 100 KHz, per esempio, può interferire con la terza armonica della sottoportante (situata a 114 KHz) generando un segnale perturbato nello stesso modo e centrato sulla frequenza differenza di 14 KHz.

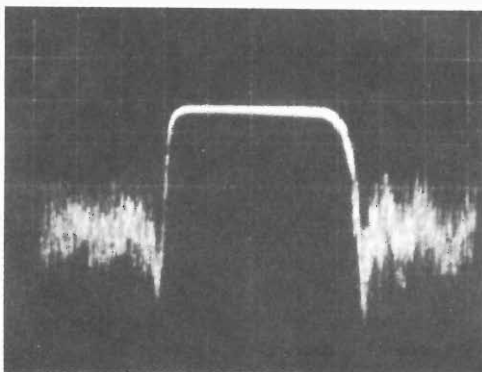



Fig. 5.8 Caratteristiche di risposta a frequenza intermedia di un sintonizzatore FM di elevata qualità. Notare i fronti d'onda molto ripidi.

Una buona selettività IF (frequenza intermedia), che produce sull'oscilloscopio onde quadre con fronte molto ripido (vedi Fig. 5.8) e un buon filtraggio con punto di inizio a 53 KHz circa tra il rivelatore FM e il decodificatore stereofonico riduce in modo apprezzabile la tendenza a questo tipo di interferenza.

DECODIFICATORE STEREO

È la parte di un sintonizzatore FM stereo che effettivamente estrae l'informazione stereo trasmessa contemporaneamente all'informazione mono. Il termine decodificatore multiplex (o MPX) è talvolta impiegato per descrivere il decodificatore stereo o la sua azione.

DEENFASI

Allo scopo di migliorare il rapporto S/N nella ricezione FM la modulazione a frequenze acute è progressivamente esaltata dal trasmettitore a partire da una data frequenza determinata da una semplice costante di tempo. Per assicurare una risposta lineare all'uscita del sintonizzatore deve essere applicato un procedimento complementare di attenuazione, detto deenfasi, dopo l'uscita del segnale dal rivelatore FM o dal decodificatore stereo-

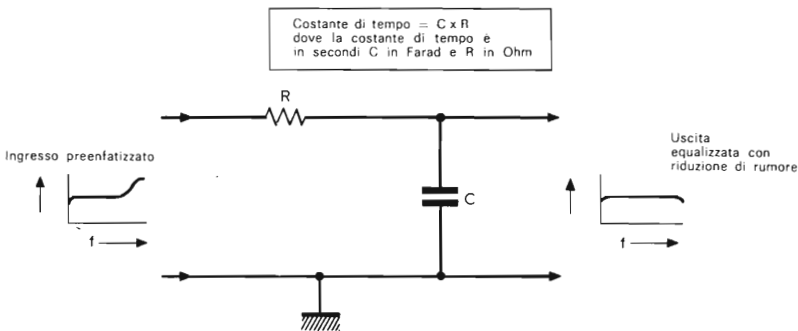



Fig. 5.9 Circuito di deenfasi a costante di tempo presente in ciascun canale di un sintonizzatore stereo. Una costante di tempo di 50μs è prodotta da una resistenza di 10 kOhm e da un condensatore di 5nF. La deenfasi taglia gli acuti reintegrando il bilanciamento tonale alterato dalla preenfasi operata in trasmissione sugli acuti stessi.

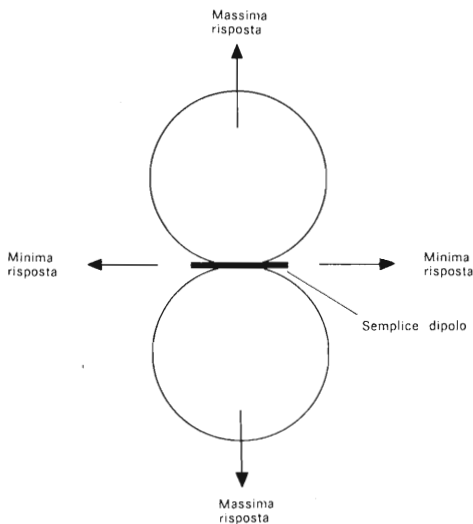
fonico. La deenfasi riduce automaticamente i segnali costituiti da rumore ad alta frequenza che sono fisiologicamente più fastidiosi dei segnali-rumore a bassa frequenza.

Un semplice circuito di deenfasi a costante di tempo è mostrato nella Fig. 5.9. La frequenza alla quale inizia esaltazione o attenuazione pari a — 3 dB è legata alla costante di tempo dalla relazione $T = 1/2\pi f$ oppure $f = 1/2\pi T$, dove T è la costante di tempo in secondi ed f la frequenza attenuata od esaltata di — 3 dB La costante di tempo europea è di 50 μs mentre quella americana è di 75 μs; le frequenze a — 3 dB sono rispettivamente 3184 Hz e 2123 Hz.

La costante di 75 μs significa che l'esaltazione delle frequenze acute e quindi la loro successiva attenuazione iniziano leggermente prima di quanto non facciano con una costante di 50 μs. In altre parole la preenfasi è maggiore con il sistema americano che non con quello europeo. Così, se si usa un sintonizzatore con costante di tempo americana per la ricezione di una trasmissione europea, l'attenuazione delle frequenze acute comincia prima.

DIAGRAMMA POLARE DELLE ANTENNE

Grafico che rivela il grado di risposta di un'antenna su un piano di 360° o 180°, come mostrato nell'esempio della Fig. 5.4.

Fig. 5.10 Un semplice dipolo disposto orizzontalmente ha un diagramma polare a forma di 8.

La scala sull'asse delle y indica la risposta relativa rispetto al massimo che si ha con l'orientamento ottimale in riferimento all'unità.

Il punto di attenuazione a —3 dB a circa 0,7 della scala, in modo che l'angolo di ricezione accettabile (per una attenuazione di —3 dB) è di circa 57°.

Relativamente a un singolo dipolo, un'antenna ha un guadagno anteriore tra 7,9 e 8,5 dB, un fattore avanti-dietro di 30 dB e una banda di frequenza di 88-100 MHz.

Un semplice dipolo ha un diagramma polare a forma di 8, come mostrato in Fig. 5.10. La direttività è aumentata con l'aggiunta di un elemento riflettore e di elementi direttori. Una buona direttività migliora sia il guadagno anteriore sia la discriminazione tra i segnali (utili) diretti e i segnali (indesiderati) riflessi che giungono da direzioni diverse da quelle di orientamento.

DISCESA D'ANTENNA

È designato con questa espressione il cavo coassiale o la piattina che collega l'antenna al sintonizzatore. Anche il filo che collega un'antenna AM (costituita da un lungo filo trasversale) al sintonizzatore si chiama allo stesso modo.

DISTORSIONE

I sintonizzatori radio sono passibili di distorsione non lineare e di distorsione di frequenza, proprio come ogni altro componente della catena hi-fi. La distorsione armonica totale di un sintonizzatore è comunque non molto superiore allo 0,5% in monofonia e all'1% in stereofonia ad una modulazione del 100%. Sintonizzatori di qualità eccelsa hanno percentuali di distorsione inferiori a queste. La causa principale della distorsione di frequenza è l'inaccuratezza della deenfasi, dovuta a progettazioni imprecise o all'aumento della costante di tempo causata dall'impiego di lunghi cavi di collegamento schermati tra sintonizzatore e amplificatore.

DISTORSIONE MULTIPATH

Effetto di una ricezione in cui i segnali sono riflessi da edifici o da alture e l'antenna riceve prima il segnale diretto e dopo una frazione di secondo il segnale o i segnali riflessi, come mostra la Fig. 5.11.

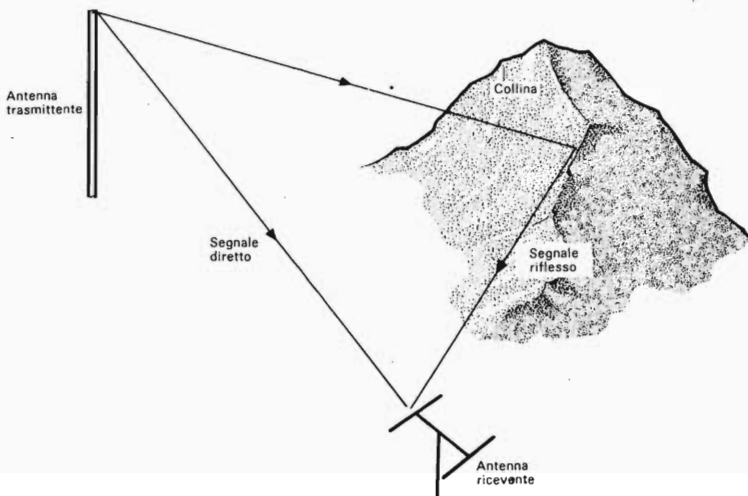



Fig. 5.11 Ricezione multipath, responsabile di distorsione multipath. Vedere il testo.

Nella ricezione televisiva il fenomeno produce una immagine fantasma a destra di quella principale, mentre in FM esso causa una spiacevole forma di distorsione armonica, specialmente durante i picchi di modulazione, chiamata distorsione multipath. Può anche produrre cinguettio e perdita di separazione stereo.

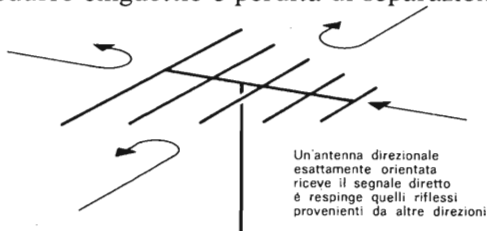



Fig. 5.12 Per combattere la ricezione multipath (e quindi la distorsione multipath), dovrebbe essere impiegata un'antenna direzionale.

Un sintonizzatore con piccolo rapporto di cattura, e quindi ottima limitazione dei segnali modulati in ampiezza (il multipath è una specie di modulazione di ampiezza) soffre meno di questo inconveniente.

In un'area soggetta a riflessioni del segnale vale la pena di impiegare un'antenna direzionale orientata accuratamente per dare la massima discriminazione tra segnali riflessi e diretti (vedi Fig. 5.12).

FATTORE AVANTI-DIETRO DI UN'ANTENNA

È il rapporto esistente tra la risposta ai segnali anteriori rispetto a quella ai segnali posteriori in un'antenna direzionale. Se per esempio la risposta anteriore di un'antenna è fissata a 0 dB e quella posteriore è di — 25 dB, il fattore avanti-dietro vale 25 dB.

FATTORI DI REIEZIONE DI UN SINTONIZZATORE

In un sintonizzatore FM (che opera secondo il principio supereterodina) possono originarsi diverse risposte spurie. Una tipica risposta spuria è l'immagine o « secondo canale » che cade ad una frequenza doppia di quella intermedia della frequenza di sintonizzazione. Un'altra è la risposta spuria che si ha in corrispondenza di una frequenza che vale la metà della frequenza intermedia della frequenza del segnale. Un forte segnale a frequenza intermedia può attraversare i circuiti frontali (front-end) e dare una risposta spuria.

Il grado di reiezione al quale queste risposte sono soggette dipende essenzialmente dal progetto e dalla selettività dei circuiti frontali del sintonizzatore i quali costituiscono lo stadio a radio frequenza e gli stadi di cambiamento della frequenza. Il più semplice circuito frontale impiega un solo circuito variabile accordato tra l'antenna e il miscelatore. In questo caso la discriminazione contro i segnali non desiderati sulle frequenze laterali a quella sintonizzata non è molto grande.

La maggior parte dei sintonizzatori ha almeno due circuiti variabili accordati (escluso sempre il circuito accordato dello oscillatore che non interviene nell'equazione della selettività); alcuni sintonizzatori di qualità eccelsa possiedono quattro circuiti di questo tipo.

Il fattore di reiezione di immagine costituisce una buona misura della selettività dei circuiti frontali; un valore di 50-60 dB è buono, 60-80 dB molto buono e oltre 80 dB eccellente. Modelli con un solo circuito variabile accordato tra l'ingresso d'antenna e il miscelatore hanno generalmente un fattore inferiore a 50 dB.

L'ampia capacità di trattamento degli stadi a radiofrequenza e dei transistors di miscelazione è un altro dei fattori che entrano nelle equazioni delle risposte spurie dal momento che il sovraccarico di questi circuiti da parte dei segnali in antenna si traduce in componenti di intermodulazione che possono produrre battimenti con i segnali circolanti in qualche altro punto dei circuiti frontali (vedi *Gamma dinamica di ingresso di un sintonizzatore*). Il fattore della « metà della frequenza intermedia » da alcune indicazioni a questo proposito poiché è causato dai battimenti tra una armonica del segnale d'antenna ed un'armonica prodotta dal segnale dell'oscillatore.

I transistors ad effetto di campo (FET) sono di impiego sempre più frequente nei circuiti frontali poiché le loro caratteristiche di trasferimento seguono leggi essenzialmente quadratiche il che significa che essi producono scarsi componenti di terza armonica. In un circuito ben progettato essi mostrano anche una buona capacità dinamica sebbene anche i transistors bipolari possano benissimo essere progettati per una simile buona gamma dinamica.

Comunque il FET è utile per ottenere una miscelazione a basso rumore e per la soppressione dell'intermodulazione del terzo ordine. Il tipo a doppia soglia, poi, facilita l'innesco dell'oscillatore (al miscelatore) e, forse, anche il controllo automatico del guadagno (allo stadio a radiofrequenza).

FEEDER

Termine di lingua inglese che indica la discesa d'antenna (vedi).

GAMMA DINAMICA DI INGRESSO DI UN SINTONIZZATORE

Se la sensibilità utilizzabile di un sintonizzatore è, poniamo, di 2 μV (corrispondente ad un segnale molto basso) e il sovrac-

carico del circuito frontale (front-end) del sintonizzatore produce una risposta spuria corrispondente a — 30 dB quando il segnale aumenta per esempio a 10 mV, allora la gamma dinamica di ingresso del sintonizzatore può essere espressa con il rapporto 10 mV/2 μV vale a dire 5000:1 cioè circa 74 dB. La dinamica di ingresso dovrebbe essere il più possibile elevata, dal momento che il segnale in ingresso può essere di intensità diverse a seconda della distanza o vicinanza di una molteplicità di stazioni.

Il sovraccarico dei circuiti anteriori si manifesta sotto forma di intermodulazione, di cinguettio (vedi) e di segnali spurii.

IMPEDENZA DI USCITA

L'impedenza intrinseca dell'uscita di un sintonizzatore FM. Minore è questa impedenza (senza esagerazioni!) meglio è, dal momento che il circuito di deenfasi è meno passibile di influenze da parte della capacità dei cavi di collegamento, specialmente se questi debbono essere molto lunghi.

LIMITATORE

Nel gergo FM si dice circuito limitatore quel circuito che limita le variazioni di ampiezza del segnale FM diminuendo la sensibilità del sintonizzatore alla modulazione in ampiezza e alle interferenze e aumentandone contemporaneamente il rapporto di cattura (vedi la Fig. 5.13 e *Rapporto di cattura*).

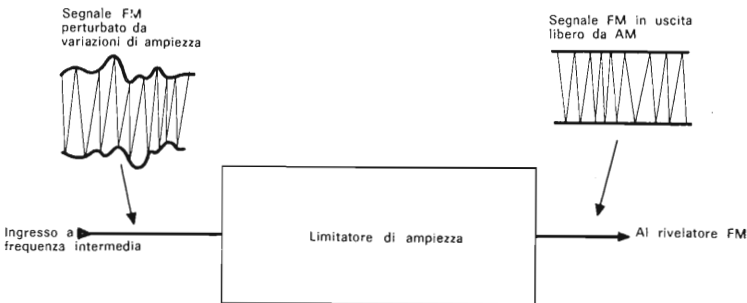



Fig. 5.13 La limitazione dell'ampiezza è impiegata nel sintonizzatore FM. Talvolta è impiegato più di uno stadio limitatore (con circuiti integrati) il che produce un rapporto di cattura molto piccolo e una elevata reiezione AM.

MESSA A TERRA

Per le migliori condizioni di sicurezza ogni componente della catena hi-fi che sia autonomamente alimentato, deve essere messo a terra per mezzo di un conduttore che possa sopportare il passaggio di una corrente almeno 2,4 volte maggiore di quella necessaria per fondere il fusibile di protezione. Così, se il fusibile principale ha un valore di 13 A. il conduttore deve poter trasportare una corrente di 31,2 A.

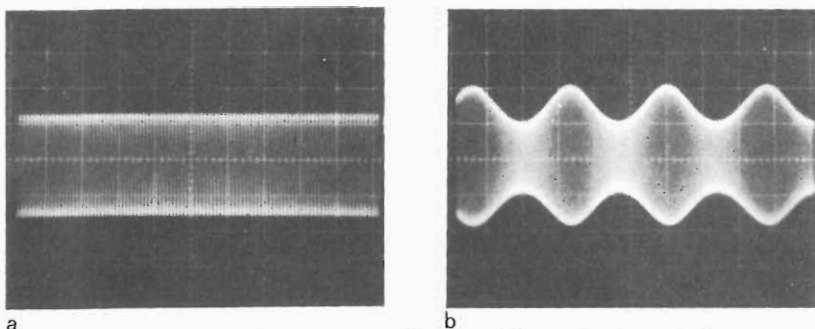
Comunque, per evitare ronzii (vedi *Ronzio da circolo di terra chiuso* nel Cap. I) è opportuno mettere a terra l'intera catena hi-fi in un solo punto generalmente sull'amplificatore. Il sintonizzatore sarà così messo a terra tramite le schermature dei cavetti di collegamento all'amplificatore.

Poiché il sintonizzatore e l'amplificatore hanno fusibili separati, l'ultimo con un fusibile di valore spesso inferiore ad 1 A e il primo con fusibile di valore non superiore a 2 A con alimentazione a 220 V, la corrente circolante nelle schermature non dovrebbe mai salire pericolosamente; il fusibile fonderebbe certamente prima che le schermature mostrassero un danneggiamento.

Come ulteriore misura di sicurezza, il fusibile del circuito domestico che alimenta il complesso non dovrebbe mai avere un valore superiore a 2 A. Certamente non 13 A.

MODULAZIONE DI AMPIEZZA

Modulazione di ampiezza (AM) significa che l'informazione audio è sovraimposta all'onda portante in forma di variazioni nell'ampiezza della portante stessa. La portante è un'onda a radiofrequenza ad ampiezza e frequenza costanti irradiata dal trasmettitore e captata dall'antenna ricevente. Un simile onda è mostrata nella Fig. 5.14 (a). La portante non reca informazioni audio e non sarà quindi udibile se captata da un sintonizzatore in assenza di segnale audio modulato sopra di essa.

Quando la portante è modulata in ampiezza i suoi inviluppi variano concordemente all'informazione contenuta nella modulazione come mostrato dall'onda rappresentata nella Fig. 5.14 (b) la quale visualizza un'onda modulata con un segnale sinusoidale (tono puro) di 1 KHz. Il circuito rivelatore o demodulatore del

a b
Fig. 5.14 (a) Onda portante non modulata (b) portante modulata in ampiezza con un segnale sinusoidale di 1 kHz.

sintonizzatore cancella l'onda portante ed elabora la forma d'onda modulata che ne rimane: è precisamente il risultato di questa elaborazione che sarà udito attraverso l'altoparlante.

I segnali radio delle gamme ad onda lunga, media e corta sono modulati in ampiezza. Per riceverli quindi è necessario l'impiego di un sintonizzatore AM che copra le gamme d'onda che interessano. I segnali trasmessi su gamme d'onda lunga, media o corta si propagano generalmente su distanze maggiori che non i segnali trasmessi in modulazione di frequenza (FM) e che sono a frequenza molto elevata cioè ad onda cortissima (VHF = very high frequency). Questa caratteristica porta ad un sovraffollamento della banda di frequenza usabile per le tramissioni AM; perciò, per prevenire l'interferenza tra canali di trasmissione adiacenti, i sintonizzatori AM sono progettati in modo da avere una ampiezza di banda IF (frequenza intermedia) limitata, il che attenua l'intensità delle stazioni vicine a quella sintonizzata.

La risultante soppressione delle bande laterali di ordine elevato ha come effetto il taglio delle frequenze acute, il che spiega il fatto che la qualità di ricezione di un sintonizzatore AM sia molto al di sotto della qualità ottenibile con un sintonizzatore FM. Nelle trasmissioni FM, infatti, l'elevata frequenza impiegata (VHF) non impone, a causa della distanza esistente tra i canali di trasmissione, una restrizione della banda di frequenza intermedia. Vi sono poi altre ragioni per le quali il sistema di trasmissione a modulazione di frequenza garantisce una fedeltà maggiore di quella possibile con il sistema a modulazione di ampiezza (vedi anche *Modulazione di Frequenza*).

MODULAZIONE DI FREQUENZA

Modulazione di frequenza (FM) significa che l'informazione audio provoca un mutamento nella frequenza dell'onda portante, mentre l'ampiezza rimane costante. La Fig. 5.15 mostra in (a) un'onda portante non modulata, mentre in (b) è visibile la stessa onda modulata in frequenza da una forma d'onda di frequenza crescente in modo progressivo.

In stato di stabilità o con segnali musicali vi sono naturalmente cambiamenti minori nella frequenza nominale della portante. Il fattore con il quale la frequenza cambia è in funzione del segnale di modulazione e dell'ammontare dei cambiamenti di frequenza — o *deviazione*, come è chiamata — oltre che del livello del segnale di modulazione. Più intenso è il suono nello studio di trasmissione, maggiore è la deviazione.

La massima deviazione di una normale trasmissione è $\pm$ 75 KHz corrispondenti ad un livello di modulazione del 100%. Ciò significa che per i suoni più intensi la frequenza dell'onda portante aumenta o diminuisce di 75 KHz, a seconda della natura della forma dell'onda di modulazione.

I segnali indesiderati e vari tipi di interferenza tendono a variare l'ampiezza dell'onda modulata; essi però causano una risposta minima nel circuito che segue il rivelatore dal momento

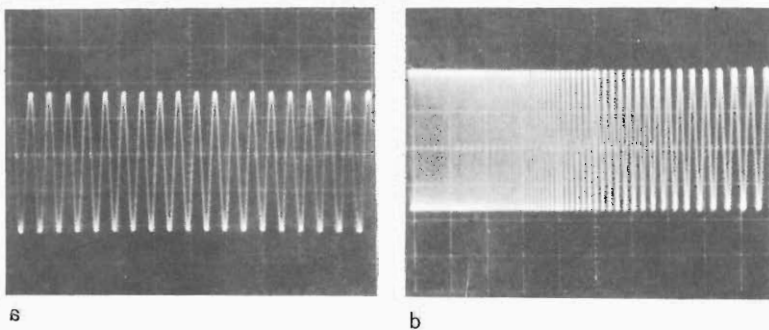



Fig. 5.15 Onda portante non modulata (a) e onda modulata in frequenza (b). In questa illustrazione la modulazione consiste in un onda in salita la cui frequenza aumenta progressivamente. In modulazione di frequenza l'ampiezza rimane costante (paragonare con la Fig. 5.14) e la frequenza devia da quella modulazione in frequenza (al di sopra o al di sotto di quella della portante) e di un ammontare dipendente dall'ampiezza del segnale di modulazione. Vedere il testo.

che un buon sintonizzatore FM ha sensibilità minima a queste variazioni (vedi *Rapporto di cattura* e *Limitatore*). La riproduzione perciò (a patto che il segnale in antenna sia sufficientemente intenso) non è influenzata da informazioni spurie a differenza di quanto avviene nella ricezione AM.

La modulazione di frequenza produce un gran numero di frequenze laterali che differiscono da quella della portante secondo multipli della frequenza del segnale modulante. Le frequenze degli ordini più elevati, però, sono di ampiezza molto piccola. Ciononostante la banda passante di un sintonizzatore FM deve essere di almeno 240 KHz a — 6 dB, particolarmente in stereo, per evitare l'attenuazione di frequenze di grande ampiezza utili alla riproduzione.

Questa è un'altra delle caratteristiche peculiari della FM rispetto all'AM. Con quest'ultimo sistema la modulazione di un tono puro produce una sola coppia di frequenze laterali, situate al di qua e al di là della frequenza della portante, che hanno un valore corrispondente a quello della frequenza di modulazione. Perciò un sintonizzatore AM non richiede una banda passante ampia come quella necessaria in FM.

In pratica, a dire il vero, la banda passante è deliberatamente limitata rispetto a quella virtualmente richiesta allo scopo di ottenere una attenuazione sufficiente dell'interferenza dei canali adiacenti, fischi e disturbi modulati che potrebbero inoltre derivare dall'affollamento della banda AM ad onde medie particolarmente dopo il tramonto, quando i segnali a media frequenza si propagano su notevoli distanze.
Questo procedimento, naturalmente, riduce la risposta sulle frequenze elevate, il che è un'altra delle ragioni per le quali la trasmissione AM attuale non è in grado di fornire l'elevata qualità della FM.

Con il sintonizzatore FM il numero delle frequenze laterali è in relazione con *l'indice di modulazione* che è dato dalla frequenza di deviazione dalla portante diviso per la frequenza del segnale di modulazione.

PIANO DI POLARIZZAZIONE DEI SEGNALI

Un'onda radio è formata da due componenti: una elettrica ed una magnetica, l'una in posizione ortogonale rispetto all'altra

ed entrambe in posizione ortogonale rispetto alla loro direzione nello spazio. Un'onda radio è polarizzata sul piano del suo componente elettrico. Un'onda si dice polarizzata orizzontalmente quando le linee del suo campo elettrico giacciono su un piano orizzontale (così avviene nella FM). Alcuni segnali televisivi adottano polarizzazione verticale.

Per la massima risposta con l'impiego di un'antenna tipo dipolo o derivati, l'antenna deve giacere sullo stesso piano di polarizzazione elettrica dei segnali. Questa è la ragione per la quale le antenne FM sono disposte orizzontalmente mentre alcune antenne TV sono disposte verticalmente.

Alcune stazioni FM usano la polarizzazione detta « tilt » che permette una buona ricezione con l'antenna domestica disposta orizzontalmente e con l'antenna dell'autoradio disposta verticalmente.

PRE-ENFASI

Si dice preenfasi l'esaltazione delle frequenze acute data al segnale di modulazione durante la trasmissione FM basata su una costante di tempo che è di 50 μs in Europa e di 75 μs in America. In questo ultimo paese è applicata anche una costante di 25 μs in unione alla codificazione Dolby B del segnale trasmesso (vedi *Riduzione del rumore Dolby in FM*).

L'esaltazione che si ha con la preenfasi è corretta dal sintonizzatore mediante una deenfasi reciproca (vedi *Deenfasi*). La pre-deenfasi è impiegata per migliorare il rapporto segnale/disturbo.

RAPPORTO DI CATTURA

Parametro caratteristico dei sintonizzatori FM. Il fenomeno per cui un segnale non desiderato è soppresso da un altro segnale leggermente più intenso è chiamato *effetto cattura.* Il rapporto di cattura indica di quanto il segnale ricercato deve essere più forte per far sì che il rapporto S/N nella ricezione di tale segnale sia di 30 dB al di sotto dell'uscita totale con una modulazione del 100%.

Questo importante parametro è espresso in deciBel e il rapporto di cattura medio è tra 2 e 3 dB. Alcuni sintonizzatori di

qualità eccelsa possiedono un rapporto di cattura di 1 dB o anche meno.

L'effetto cattura deriva dall'insensibilità del sintonizzatore FM alla modulazione in ampiezza (vedi Fig. 5.14). Quando due segnali sono presenti simultaneamente nello stesso circuito uno tende a modulare in ampiezza l'altro. Ora, dal momento che un sintonizzatore FM incorpora un limitatore di ampiezza e un rivelatore con circuito di deenfasi la cui uscita è proporzionale alla frequenza (non all'ampiezza) in ingresso, le variazioni in ampiezza del segnale producono scarsa o inesistente risposta da parte del rivelatore.

In generale, più stadi limitatori di ampiezza possiede il circuito di frequenza intermedia del sintonizzatore, maggiore è la banda di frequenza del rivelatore FM e più piccolo è il rapporto di cattura.

RICEZIONE DX

È indicata con questo termine la ricezione a lunga distanza. Alcuni appassionati di ricezione di stazioni radio molto distanti (sia AM che FM) impiegano sintonizzatori e sistemi d'antenna con rotore molto sofisticati.

RICEZIONE MONO

Quando la modulazione al trasmettitore è costituita da segnali audio monofonici e quando il sintonizzatore risponde solamente a segnali monofonici la ricezione si dice mono. Un sintonizzatore stereo risponde monofonicamente se il segnale ricevuto non è stereofonico. Non tutte le stazioni trasmittenti irradiano programmi stereofonici, e non tutte quelle stereofoniche irradiano programmi sempre stereofonici.

RICEZIONE STEREO

La ricezione stereofonica richiede l'uso di un sintonizzatore fornito di decodificatore stereo. La maggior parte degli apparecchi attuali lo possiede ed è quindi in grado di ricevere programmi

stereofonici. I sintonizzatori meno recenti, comunque, richiedono l'aggiunta di un decodificatore. Alcuni sono predisposti per accettare l'inserzione di un modulo decodificatore mentre per altri sarà necessario un decodificatore esterno. Non tutte le stazioni FM trasmettono in stereofonia.

RIDUZIONE DEL RUMORE DOLBY IN FM

Il sistema di riduzione del rumore Dolby è un artificio usato per la fabbricazione dei dischi fonografici (Dolby A) e per la registrazione e l'ascolto domestici di nastri a cassette (Dolby B, più semplice del primo). L'impiego del circuito Dolby si traduce in un miglioramento del rapporto S/N pari a circa 10 dB. Si tratta di una tecnica complementare che implica una codificazione iniziale del segnale da incidere ed una sua decodificazione complementare in sede di riascolto.

È stato stabilito che il tipo di rumore che interessa una trasmissione FM, quando il segnale in antenna non è sufficientemente intenso (in particolare quando un segnale stereo troppo debole viene decodificato dal sintonizzatore), può essere soppresso con l'ausilio di un circuito Dolby B.

In America la Federal Communication Commission (FCC) ha da tempo stabilito che le trasmissioni stereofoniche in quel paese possono avvenire con sistema Dolby B in unione ad una riduzione della preenfasi da 75 a 25 μs.

La codificazione Dolby B esalta tanto più le frequenze audio più elevate accentuatamente quanto minore è l'intensità del segnale. La decodificazione avviene in maniera complementare in modo che le frequenze più elevate sono tanto più attenuate quanto minore è l'intensità del segnale. Così, con basse intensità del segnale si ha massima esaltazione di frequenze acute durante la codificazione e massima attenuazione di esse durante la decodificazione. Poiché, però, l'attenuazione è esattamente identica all'esaltazione, in valore assoluto l'equilibrio tonale del segnale di uscita è continuamente mantenuto (non si ha cioè distorsione di frequenza).

Ora, dal momento che il rumore è più fastidioso a bassi livelli del segnale, particolarmente all'estremità acuta dello spettro sonoro, i segnali esaltati tendono a mascherare il rumore in modo tale che con la decodificazione non solo viene ripristinato l'esatto equilibrio tonale, ma viene ridotto anche il rumore. La riduzione

è tanto maggiore quanto minore è l'intensità del segnale. In altre parole questa tecnica è simile al procedimento di preenfasi/deenfasi, ma a differenza di questo, che è prefissato, non comporta un pericolo di sovraccarico dei vari stadi causato da segnali di ampiezza e frequenza troppo elevate.

In America, dove la costante di tempo è di 75 μs si è stabilito che la combinazione del sistema Dolby B e di una riduzione della costante a 25 μs in sede di trasmissione si traduce in un equilibrio tonale accettabile nel caso di ricezione dei segnali da parte di un sintonizzatore sprovvisto di decodificatore Dolby B e fornito di circuito di deenfasi normale a 75 μs.

Comunque con l'uso di un sintonizzatore predisposto (con circuito Dolby B e deenfasi variabile) non si avrà soltanto un perfetto equilibrio tonale, ma anche un ulteriore miglioramento del rapporto S/N.

In Europa la compatibilità con trasmissioni Dolby B è minore in quanto la costante di deenfasi impiegata è di 50 μs. La ricezione di trasmissioni codificate nel modo suddetto potrebbe risultare un po' più « brillante » sugli acuti. Si tratta naturalmente di un fenomeno di distorsione di frequenza, ma un certo miglioramento dell'equilibrio tonale può essere ottenuto riducendo leggermente gli acuti con la corrispondente manopola del controllo di tono.

ROTORE D'ANTENNA

Le antenne destinate alla ricezione di programmi FM sono direttive e sempre più direttive quanto maggiore è il numero degli elementi che le compongono. Per una risposta ottimale, perciò, l'antenna deve essere accuratamente diretta verso la stazione trasmittente. Le migliori condizioni di ricezione saranno ottenute orientando accuratamente l'antenna, al momento della sua installazione, verso le stazioni trasmittenti della zona.

Alcuni appassionati, comunque, si sforzano di ricevere trasmissioni provenienti da stazioni FM distanti e, per evitare di dover orientare manualmente l'antenna ogni volta che occorre farlo per ricevere una stazione di diversa localizzazione, impiegano un rotore d'antenna. Quest'ultimo è essenzialmente un motore elettrico che provvede a far rotare l'antenna su 360° e il cui comando è situato in prossimità del sintonizzatore. Il comando

a distanza del rotore comprende generalmente un goniometro che permette di controllare l'orientamento esatto dell'antenna.

SELETTIVITA' DI UN SINTONIZZATORE

Questo termine si riferisce generalmente alla selettività propria del canale di frequenza intermedia ed è spesso indicato nelle specifiche con l'espressione selettività del canale alternato IHF. I canali FM hanno un'ampiezza di 200 KHz: quindi un segnale a 200 KHz da uno dato ne costituisce il canale adiacente, uno a 400 KHz il canale alternato.

In questo modo due segnali sono coinvolti nella misurazione, il secondo ad esattamente 400 KHz dall'altro. Il segnale del canale alternato viene rafforzato fino a che appare un disturbo di 30 dB (riferito ad un segnale di 400 Hz modulato al 100%) all'uscita del sintonizzatore quando si invia sul canale che rappresenta la frequenza di sintonizzazione ricercata un segnale di 100 μV (per ottenere la selettività del canale alternato indicata nelle specifiche).

Il livello di 100 μV applicato all'ingresso per ottenere il livello dì disturbo suddetto, espresso in deciBel, è il parametro.

Un fattore di 30 dB è sufficiente, uno di 55 dB buono, da 55 a 70 dB molto buono, oltre quest'ultimo valore eccellente. Il fattore medio dei sintonizzatori hi-fi è di 55-65 dB, ma modelli di progettazione avanzata hanno fattori anche di 100 dB.

Alti fattori sono ottenuti con l'impiego di filtri ceramici nel canale di frequenza intermedia invece che nei trasformatori di frequenza che precedono, sebbene — per la minore distorsione armonica e la migliore resa stereofonica — i filtri debbano avere caratteristiche di ragionevole linearità di fase sulla banda passante: i filtri ceramici producono ripidi fronti d'onda nella risposta, come mostra la Fig. 5.8.

SENSIBILITA' DI UN SINTONIZZATORE

Un parametro di sensibilità comunemente impiegato e quello stabilito dall'americana IHF = la sensibilità minima usabile che è la sensibilità richiesta ad una specifica frequenza di ingresso per produrre un fattore di distorsione di 30 dB (vale a dire ru-

more più distorsione armonica) quando il segnale è modulato al 100% a 400 Hz. Una sensibilità minima usabile IHF ha un valore di 2-2,5 μV, mentre un valore di 1,4 μV o leggermente migliore (a seconda dell'impedenza dell'ingresso d'antenna) è riscontrabile su apparecchi di progetto avanzato.

Un'altro modo di misurare la sensibilità si basa su un valore del rapporto segnale/disturbo di 30 dB (senza considerare anche la distorsione). Con l'aumentare del segnale in antenna, diminuisce il rumore. Nei tests le curve di sensibilità-rumore sono simili a quelle mostrate nella Fig. 5.16.

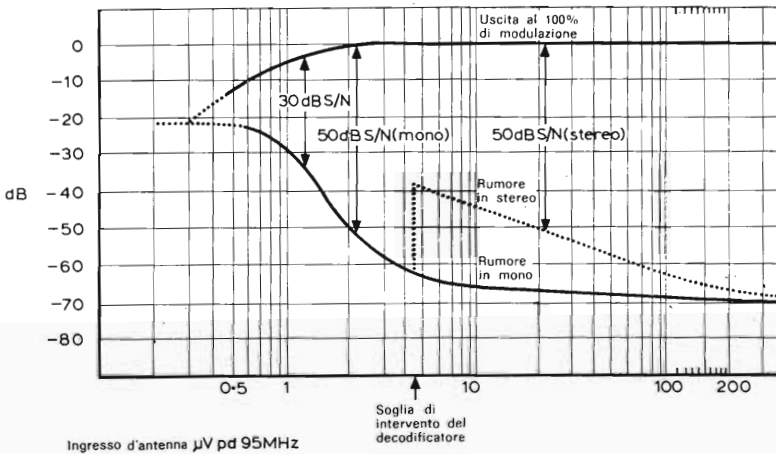



Fig. 5.16 Curve che illustrano i rapporti S/N in stereo e in mono di un sintonizzatore FM molto sensibile. Vedere il testo per ulteriori dettagli.

In questo esempio l'uscita si riferisce ad un livello di modulazione del 100%: a circa 2,3 μ V l'uscita non aumenta ulteriormente se aumenta il livello del segnale in ingresso. Questo è l'ingresso richiesto per il massimo effetto del limitatore (vedi *Limitatore*).

Le altre curve continue mostrano come il valore del disturbo diminuisca con l'aumentare del segnale in ingresso; in questo esempio il valore di 30 dB del rapporto S/N si ottiene con un segnale di circa 1,2 μ V, il che indica che il sintonizzatore è molto sensibile.

Una valutazione del rapporto S/N certamente più realistica

è quella di 50 dB che si ha con un segnale di oltre 2 μV. Il rumore è quasi inudibile a 50 dB, ma alquanto fastidioso a 30 dB.

L'azione della codificazione e della decodificazione stereofonica aumenta il rumore di fondo (vedi *Ricezione stereo*) e nell'esempio della figura (linea punteggiata) il decodificatore entra in funzione con un segnale di circa 4,5 μV con un rapporto S/N di 38 dB. Per ottenere un rapporto S/N di 50 dB è necessario un segnale di 20 μV, dieci volte il valore necessario per avere lo stesso rapporto in monofonia (comportamento questo abbastanza tipico).

Per la ricezione stereo, perciò, è richiesto un segnale in antenna più intenso di quello necessario per la monofonia. La differenza tra il rapporto S/N in mono e quello in stereo diminuisce con l'aumentare del segnale in antenna come mostrato dalle curve continua e punteggiata della Fig. 5.16.

L'impedenza dell'ingresso d'antenna del sintonizzatore influenza la sensibilità apparente (vale a dire la sensibilità misurata) poiché il segnale richiesto per un rapporto S/N di 30 dB a 300 Ohm (in condizioni ideali) è il doppio di quello necessario a 75 Ohm, in quanto tra le due condizioni vi è una differenza nel fattore del trasformatore di ingresso di 2:1.

SINTOAMPLIFICATORE (RICEVITORE HI-FI)

Apparecchio composto da un sintonizzatore FM (o FM/AM) e da un amplificatore hi-fi a 2 o 4 canali.

SINTONIZZATORE

La parte di un ricevitore radio comprendente le sezioni a radiofrequenza - compresi, il rivelatore, il decodificatore (se l'apparecchio è stereofonico) e gli stadi audio a basso livello. Poiché non vi sono stadi di potenza i segnali audio a basso livello debbono essere inviati ad un amplificatore separato per ottenerne un segnale in grado di pilotare gli altoparlanti. Alcuni sintonizzatori, comunque, comprendono una presa per cuffia (vedi anche *Sintonizzatore AM*, *Sintonizzatore FM*, e *Sintonizzatore FM/AM*).

Un sintonizzatore è essenzialmente una sorgente di programma.

SINTONIZZATORE AM

Sintonizzatore concepito specificamente per la ricezione di segnali a modulazione di ampiezza. Un sintonizzatore del genere non è adatto alla riproduzione di trasmissioni stereofoniche e ad alta fedeltà.

SINTONIZZATORE AM/FM

Sintonizzatore capace di ricevere segnali sia a modulazione di frequenza sia a modulazione di ampiezza. La sezione AM può essere sintonizzata su onde medie, lunghe e corte, ma vi sono sintonizzatori la cui sezione AM può coprire solo la gamma ad onde medie. I segnali sono spesso captati in questo caso da una antenna in ferrite incorporata (vedi *Antenna incorporata in ferrite*).

SINTONIZZATORE FM

Un sintonizzatore progettato esclusivamente per la ricezione in modulazione di frequenza sulla banda 2 dello spettro VHF. È il tipo di sintonizzatore adottato dagli appassionati cui interessa la maggior qualità possibile dei programmi trasmessi via radio. Compromessi di progettazione sono in genere meno frequenti nei sintonizzatori esclusivamente FM, sebbene vi siano delle eccezioni.

TROPOSFERA

La zona inferiore dell'atmosfera terrestre nella quale la temperatura diminuisce con l'aumentare dell'altitudine, eccettuati alcuni strati in cui si ha inversione di temperatura. Al di fuori dell'area di servizio la troposfera tende ad influenzare maggiormente la propagazione dei segnali FM a causa dell'effetto riflettente dei cambiamenti progressivi nell'atmosfera sul loro cammino.

Nell'area di servizio, le onde seguono un percorso più o meno rettilineo (a vista d'occhio) dal trasmettitore all'antenna ricevente, ma inconvenienti di propagazione possono essere prodotti

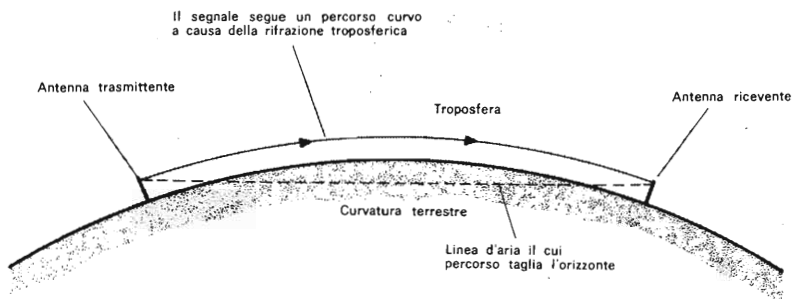



Fig. 5.18 La ricezione FM al di là della linea dell'orizzonte è resa possibile dalla rifrazione delle onde che attraversano regioni più dense della troposfera. Al di la dell'area di servizio la ricezione è maggiormente influenzata dallo stato della troposfera e quindi dalle condizioni atmosferiche. Vedere il testo.

dalla rifrazione troposferica e anche, in qualche misura, dalla diffrazione delle onde lungo la superficie curva della terra (vedi Fig. 5.18).

Come la troposfera tende a cambiare con il mutare delle condizioni del tempo, la ricezione al di fuori dell'area di servizio può esserne influenzata e divenire così meno stabile.

Talvolta si osservano anormali condizioni troposferiche che possono aumentare anche di dieci volte la propagabilità dei segnali FM. Questo fenomeno è detto « apertura troposferica ».

È stato sperimentato che quando la pressione atmosferica è inferiore a 750 mm/Hg e successivamente sale di poco si ha un'apertura troposferica quando essa *comincia* a ridiscendere. In questo caso, impiegando un apparecchio e un'antenna adatti, è possibile ricevere stazioni FM a grande distanza.

USCITA AUDIO DEI SINTONIZZATORI

L'uscita audio di un sintonizzatore deve adattarsi in sensibilità all'entrata sintonizzatore o ausiliaria dell'amplificatore che viene utilizzato. Ciò perché un sintonizzatore non ha una propria sezione amplificatrice di potenza; è infatti paragonabile ad un riceviore radio privo di stadi di uscita. Un sintonizzatore è, in effetti, una sorgente di segnali.

La tensione di questo segnale di uscita è, generalmente, di

1 V r.m.s. per una modulazione del 100%, il che significa una tensione « media » del segnale musicale di circa 300 mV.

L'ingresso sintonizzatore o ausiliario della maggior parte degli amplificatori è in grado di accettare segnali di questo livello con margine adeguato di sovraccarico. L'amplificatore fornirà la massima potenza con la manopola del volume nella posizione delle lancette dell'orologio tra mezzogiorno e le due.

È da preferirsi una bassa impedenza d'uscita intrinseca del sintonizzatore in quanto in questo caso la capacità dei cavetti schermati di collegamento all'amplificatore è meno suscettibile di causare una perdita delle frequenze acute. Se un sintonizzatore con impedenza di uscita elevata è collegato all'amplificatore tramite cavetti schermati lunghi e ad alta capacità, la costante di deenfasi propria del filtro del sintonizzatore potrebbe aumentare e ciò si tradurrebbe in una attenuazione apprezzabile degli acuti.

V.H.F.

Abbreviazione dell'inglese very high frequency (frequenza molto elevata) corrispondente ad una gamma di frequenze estesa da 30 a 300 MHz. La banda 2, utilizzata per la trasmissione in FM, si estende da 88 a 108 MHz.

VI. Incisione e ascolto

ANGOLO DI LETTURA VERTICALE

La direzione del movimento dello stilo del fonorivelatore relativamente al vero asse verticale. I dischi sono incisi con un angolo verticale di incisione di 15° e per la minore distorsione di lettura lo stilo del pick-up deve avere una inclinazione corrispondente.

ANGOLO DI OFFSET

Parte della geometria impiegata in un braccio per giradischi per ovviare all'errore di tracciamento laterale (vedi). Può tradursi in una opportuna curvatura del braccio o in una curvatura del solo guscio portatestina, rispetto ad un braccio perfettamente diritto. L'angolo di offset è illustrato nella Fig. 6.1 (vedi anche *Overhang*).

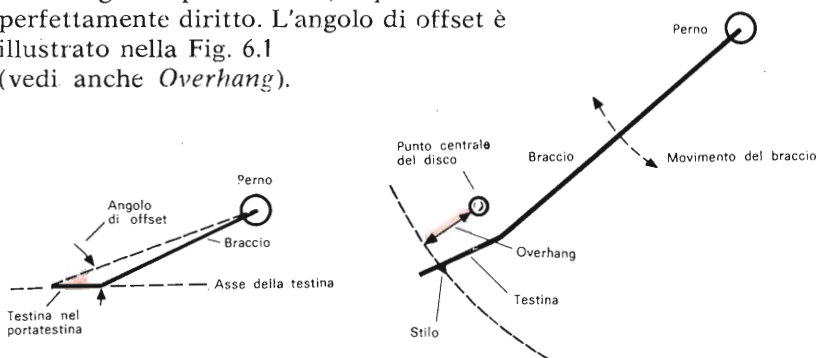



Fig. 6.1 Definizione di angolo di offset

ANTISKATING (braccio del giradischi)

Forza di piccola entità applicata meccanicamente o magneticamente al braccio di lettura del giradischi per combattere o neutralizzare la forza centripeta causata dalla frizione dello stilo che traccia il solco e dalla geometria del braccio stesso (overhang) (vedi *Correzione della forza centripeta* e *Overhang*).

BIAS

Segnale ad alta frequenza applicato alla testina di registrazione di un registratore allo scopo di ridurre la non linearità nel trasferimento dei segnali e per minimizzare, quindi, le distorsioni armoniche e di intermodulazione.

BRACCIO (del giradischi)

Il braccio porta alla sua estremità il fonorivelatore, generalmente montato in un guscio separabile dal braccio stesso. Per accogliere fonorivelatori di qualità con basso peso di lettura il braccio dovrebbe avere la minor massa possibile per evitare una risonanza critica a bassa frequenza in unione alla cedevolezza del fonorivelatore; dovrebbe essere acusticamente smorzato per abbassare i picchi di risonanza; dovrebbe avere uno snodo a basso attrito (30 mg o meno lateralmente e verticalmente); dovrebbe poter controbilanciare una cartuccia di basso peso complessivo e dovrebbe poter lavorare con un peso di lettura dello stilo da 1 a 3 g. Dovrebbe infine esserci la possibilità di aggiungervi un sistema di correzione antiskating (vedi *Antiskating*).

CARTUCCIA (Nastro)

Bobina di nastro avvolto in modo da formare un anello continuo, contenuto in un guscio speciale che facilita lo scorrimento e ne impedisce le disfunzioni (strappi etc.) durante il funzionamento in un apparecchio giranastri appositamente concepito. Una cartuccia è più spessa di una normale cassetta in quanto il nastro impiegatovi ha la larghezza di 1/4 di pollice, vale a dire il doppio del nastro contenuto in una cassetta.

Esistono cartucce preincise per l'ascolto quadrifonico, sebbene al momento della stesura di questo libro la cartuccia trovi impiego soprattutto per l'ascolto con apparecchi giranastri per automobile nei quali l'ascolto della pista successiva avviene automaicamente alla fine della precedente.

CARTUCCIA (Fonorivelatore)

È così chiamato spesso il trasduttore piezoelettrico od elettromagnetico montato nel guscio del braccio di lettura (del giradischi), guscio che può essere staccabile dal resto del braccio. L'elemento della cartuccia che « legge » i solchi del disco è lo stilo.

CASSETTA

Si indica con questo termine un guscio di plastica contenente bobine e nastro utilizzabile per la registrazione e l'ascolto su registratori a cassetta. Le dimensioni (approssimate) del nastro e delle piste sono date nella Fig. 6.2 che si riferisce ad una porzione di nastro sulla quale siano state registrate tutte e quattro le piste il primo paio delle quali costituisce il programma stereofonico ascoltabile (o registrabile) in un senso e il secondo paio il programma ascoltabile (o registrabile) girando la cassetta.

Gli apparecchi a cassette funzionano oggi alla velocità standardizzata di 4,75 cm/sec (introdotta dalla Philips); la durata della registrazione a questa velocità è indicata sulla cassetta: C 60 o 30 minuti per lato (in tutto 1 ora); C 90 o 45 minuti per lato (90 minuti in tutto); C 120 o 60 minuti per lato (2 ore in

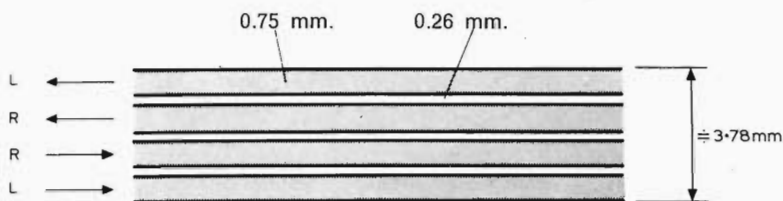



Fig. 6.2 Nastro per cassette e piste stereo.

tutto). La maggior lunghezza del nastro necessaria alle registrazioni di maggior durata è ottenuta a scapito del suo spessore che si riduce a 26 μ (per le C 90) e a 18 μ (per le C 120).

Un problema dovuto al piccolo spessore del nastro è stato il possibile allentamento o svolgimento scorretto di esso o addirittura aggrovigliamento negli organi di trascinamento del registratore. Le variazioni nella tensione che ne risultano possono tradursi in variazioni della velocità del nastro che scorre davanti alle testine e quindi in fluttuazioni (wow and flutter).

Per ovviare a tali inconvenienti la BASF, nota fabbricante di nastri, ha elaborato un nuovo tipo di cassetta detta Special Mechanics (a meccanica speciale) nella quale sono inserite due levette somiglianti a piccole dita le quali guidando continuamente il nastro ne controllano la tensione mantenendola costante e prevenendo le possibilità di aggrovigliamento.

CEDEVOLEZZA (Compliance)

Caratteristica di sensibilità; il reciproco di rigidità. Parametro del fonorivelatore magnetico espresso in cm/dine. Una cedevolezza di 1×10^{-6} cm/dine significa una deflessione di 10^{-6} cm dovuta all'azione di una forza di 1 dina. Più di recente è entrata nell'uso la misura in unità SI (unità internazionali) che si serve del m/N dove N è il Newton corrispondente a 10^5 dine.

La cedevolezza di un fonorivelatore può essere influenzata dalla massa effettiva (dovuta all'inerzia) del braccio di lettura e tale influenza può tradursi in una eccessiva risonanza (picco) alle basse frequenze, a meno che non si adottino sistemi di smorzamento. Un'altro fenomeno di risonanza, questa volta all'estremità delle alte frequenze, è causato dalla massa effettiva dello stilo e dalla cedevolezza intrinseca del materiale del disco oppure dalla cedevolezza del supporto dello stilo (cantilever).

CONTRAPPESO

Il peso montato all'estremità posteriore del braccio di lettura allo scopo di bilanciare il peso del fonorivelatore del guscio e del braccio e di applicare il corretto peso di lettura con l'aiuto di un dispositivo adatto (molla, pesi supplementari o altri).

COPIA (Dubbing)

Copia di una registrazione magnetica su un altro nastro magnetico o su disco oppure copia di una incisione discografica su

un nastro. Alcuni dei più costosi amplificatori hi-fi o ricevitori sono equipaggiati con circuiti di copia in aggiunta al monitor del nastro (vedi *Monitor del nastro*).

CROSSFIELD BIAS

Applicazione di bias (segnale ad alta frequenza), richiesto per la registrazione, mediante una testina separata posta in posizione incrociata rispetto alla testina di registrazione in modo che il segnale di bias abbia meno potere smagnetizzante sul nastro. Il risultato finale è una risposta migliorata sulle alte frequenze.

DENSITA' DI FLUSSO (E ALTRE PROPRIETA' MAGNETICHE)

Il livello del segnale registrato su un nastro è riferito ad un livello di flusso magnetico che nel sistema di unità internazionali SI è espresso in nano-Weber per metro di pista (nWb/m) dove nano (n) è 10^{-9}. Era precedentemente (tuttora lo è talvolta) espresso in milli-Maxwell per millimetro di pista (mM/mm).

1 Weber vale 10^8 Maxwell, mentre il Weber corrisponde al flusso magnetico che produce una forza elettromotrice di 1 Volt quando si riduce a 0 uniformemente in 1 secondo.

Il livello di flusso, quindi, è una funzione dell'ampiezza della pista registrata; cioè il flusso rilevato dalla testina relay. Nastri test sono registrati ad un livello specifico, talvolta per provvedere un livello di riferimento per le regolazioni, l'allineamento delle testine etc. Un riferimento del genere è 320 nWb/m (32 mM/mm) a 1 KHz. I livelli di riferimento per la taratura dei circuiti di codificazione e di decodificazione Dolby sono 200 nWb/m per le cassette e 180 nWb/m per i nastri in bobina.

Altre proprietà magnetiche sono l'*induzione magneticu*, simbolo B, espressa da Tesla (T) nel sistema SI (precedentemente Gauss, G) e la *forza del campo magnetico*, simbolo H, espressa in Ampère/spira per metro (A.s/m) nel sistema SI (precedentemente Oersted, Oe).

DISTORSIONE DI LETTURA

Distorsione armonica derivante dalla incapacità dello stilo

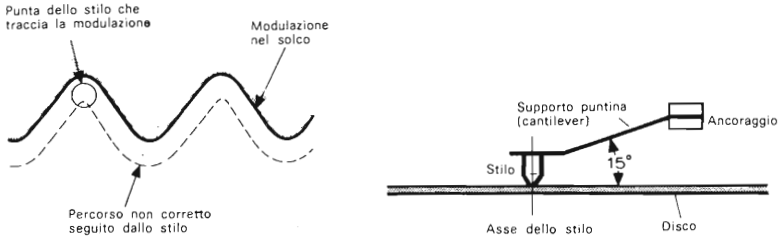



Fig. 6.3 (sinistra) Illustrazione della distorsione di lettura costituita essenzialmente da seconda armonica. Fig. 6.4 (destra) Illustrazione dell'angolo di tracciamento verticale. Vedere il testo.

del fonorivelatore a seguire fedelmente le elevate modulazioni ad alta frequenza del solco del disco e dovuta al raggio finito della punta (vedi Fig. 6.3).

DROP-OUT

Si indica con questo termine inglese una momentanea sparizione del segnale durante l'ascolto di una registrazione magnetica. Causata principalmente da incoerenze del rivestimento del nastro. È oggi molto meno frequente che non in passato.

DUE PISTE

Registratore a bobine per registrare due piste sul nastro e per riascoltarle successivamente. In monofonia ogni traccia è usata separatamente [Fig. 6.5 (a)], mentre in stereofonia esse sono impiegate insieme [Fig. 6.5 (b)].

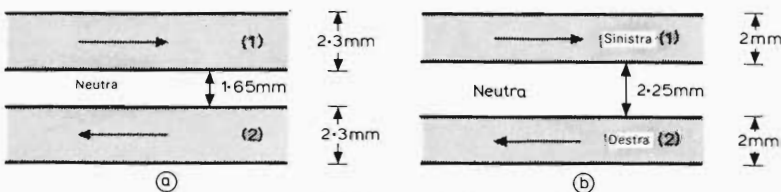



Fig. 6.5 Registrazione a due piste. (a) monofonica: ogni pista viene impiegata separatamente rigirando poi il nastro: (b) stereofonica: le due piste vengono usate insieme.

ERRORE DI TRACCIAMENTO LATERALE

L'errore di tracciamento laterale è dovuto al fatto che il disco è inciso da uno stilo che segue una traiettoria perfettamente radiale, mentre è riprodotto da uno stilo la cui traiettoria, a causa del movimento del braccio, segue un'arco di circonferenza. Questo errore è minimizzato da artifici geometrici, come per esempio, l'angolazione del braccio (vedi *Angolo di offset*) e il far passare lo stilo di lettura non al centro del disco, ma oltre (vedi *Overhang*).

L'errore di tracciamento laterale produce distorsione armonica, che può essere ridotta al minimo impiegando un sistema braccio-cartuccia progettato e regolato correttamente.

FONO RIVELATORE A CRISTALLO

Un fonorivelatore (cartuccia) la cui cartuccia opera sfruttando il principio di piezoelettricità (vedi *Fonorivelatore Piezoelettrico*).

FONORIVELATORE (PICK-UP) A CRISTALLO

Un fonorivelatore il cui funzionamento sfrutta il principio di piezoelettricità (vedi *Fonorivelatore piezoelettrico*).

FONO RIVELATORE MAGNETICO

Fonorivelatore il cui funzionamento è basato sul principio elettromagnetico e la cui uscita è proporzionale alla velocità dell'incisione. Esempi di esso sono i pick-up a riluttanza variabile, a magnete mobile e a bobina mobile.

FLUTTER

Fluttuazione rapida a strappi di un segnale dovuta a variazioni cicliche della velocità al di sopra di circa 10 Hz e causata da irregolarità nel trasporto del nastro o nella rotazione di un giradischi. È una forma di modulazione della frequenza e il suo valore di picco è dato da $f_{max} - f_{min} \times 100/f_{av}$, dove f_{max} è la frequenza

massima f_{min} la frequenza minima e f_{av} la frequenza media. In accordo con norme particolari, come la DIN B, è talvolta convertita in valore r.m.s. o pesato.

GAMMA DINAMICA

Nel nastro magnetico è la gamma, espressa usualmente in deciBel, intercorrente tra il livello di saturazione del nastro e il livello del rumore di fondo. Perciò la gamma dinamica è aumentata dall'impiego di un sistema di riduzione del rumore.

Nei dischi è la gamma intercorrente tra il massimo livello di modulazione dell'incisione (riprodotto effettivamente dal fonorivelatore) e il livello del rumore intrinseco del disco in condizioni dinamiche.

Una gamma dinamica di 60 dB è ottenibile, oggi, nei dischi, impiegando un complesso riproduttore di buona qualità.

Mediante codificazione Dolby B e successiva decodificazione la gamma dinamica delle piastre di registrazione a cassette è stata aumentata notevolmente.

GIRANASTRI A CARTUCCIA

Apparecchio giranastri destinato generalmente alla riproduzione di cartucce magnetiche. Tali giranastri sono destinati generalmente all'ascolto di cartucce preincise, sebbene siano apparsi sul mercato apparecchi utilizzabili anche per la registrazione (dotati talvolta di sistemi di riduzione del rumore Dolby).

INDICATORE DI PICCO

Strumento indicatore del livello di un segnale (anche registrato impiegato, per indicare i massimi di ampiezza dell'informazione audio. Simili indicatori hanno un rapido tempo di salita e un lento tempo di ritorno (vedi anche *VU meter*).

INGRESSO DI LINEA

Circuito di ingresso di un registratore (o di un apparecchio audio) progettato per operare ad una impedenza di 600 Ohm in

modo che a 0 dB corrisponda 1 mV il che si verifica quando la tensione r.m.s. attraverso 600 Ohm è di 0,774 mV. Un simile ingresso (o uscita) è impiegato generalmente per applicazioni professionali.

LIMITATORE DINAMICO DI RUMORE (DNL)

Sistema per la soppressione del rumore ad alta frequenza elaborato dalla Philips. Differisce dal sistema Dolby e dall'ANRS della JVC poiché funziona soltanto in riproduzione. Può essere usato in registratori a bobine o a cassette senza influenzarne la compatibilità e, indifferentemente, per l'ascolto di registrazioni dolbyzzate o non dolbyzzate.

Il DNL divide il segnale in due parti, ciascun delle quali porta sia il segnale sia il rumore. Una parte passa attraverso un filtro a tutta banda e un invertitore di fase. L'altra parte attraversa un filtro passa alto che sopprime le frequenze medie e basse in modo che rimangano solo i segnali sopra i 4 KHz. Questi segnali sono poi sottoposti a preenfasi che aumenta con il decrescere del livello del segnale.

I segnali delle due parti vengono poi addizionati e, poiché sono in opposizione di fase, i segnali ad alta frequenza provenienti dal circuito di preenfasi tendono a cancellare quelli di corrispondente frequenza provenienti dal filtro a tutta banda. Il risultato è che i segnali al di sotto di 4 KHz non sono influenzati, qualunque ne sia il livello, mentre le frequenze acute, compreso il rumore, sono attenuate in livello e quantità, a seconda del livello complessivo del segnale e dalla parte terminale ad alta frequenza dello spettro.

MASSA EFFETTIVA DEL BRACCIO

Massa o momento di inerzia che si produce sullo stilo di lettura e dovuta alla massa del braccio dopo che questo è stato contrappesato e che gli si sia applicato il peso d'appoggio esatto. Il braccio può risuonare con la cedevolezza della cartuccia alle basse frequenze. In questo caso, per prevenire il salto del solco dovuto a questo motivo, vengono adottati provvedimenti di smorzamento.

MASSA EFFETTIVA DELLO STILO

Massa o momento di inerzia degli elementi mobili del fonorivelatore sulla punta dello stilo. Per il tracciamento ottimale di solchi contenenti segnali ad alta frequenza ed alto livello è necessaria una massa effettiva dello stilo moltò piccola.

La massa effettiva dello stilo può risuonare con la cedevolezza del disco o con il supporto dello stilo stesso (cantilever) alle alte frequenze. Per impedire un indesiderato picco della risposta dovuto a queste cause, sono adottati provvedimenti di smorzamento.

MONITORING DEL NASTRO

Il controllo di un segnale registrato immediatamente dopo la registrazione. È possibile solo con registratori dotati di testine di registrazione e di lettura separate (in molti apparecchi viene usata una sola testina per entrambe le funzioni) o con una testina destinata solo al monitoring. Il segnale proveniente dalla testina monitor deve essere correttamente amplificato ed equalizzato per la riproduzione.

NASTRO AL BIOSSIDO DI CROMO

I composti di ferro sono usati nella maggior parte dei nastri magnetici. Recentemente è stato però prodotto un tipo di nastro che impiega biossido di cromo (CrO_2). Sebbene più costoso del nastro al ferro il nastro al biossido di cromo mostra certe proprietà che risiedono principalmente nella sua grande resistenza alla smagnetizzazione. Ciò significa che questo nastro ha una capacità maggiore di rilevare e mantenere le informazioni costituite da frequenze elevate. Il risultato finale è un miglior rendimento sulle alte frequenze e un miglior rapporto segnale/disturbo in registrazione.

Il nastro al CrO_2 funziona sulla maggior parte dei registratori, sebbene per la cancellazione di una registrazione preesistente sia necessario un campo magnetico più intenso. Inoltre, per sfruttare appieno le caratteristiche di comportamento del nastro sulle alte frequenze e ottenere il miglior rapporto S/N, sia la preenfasi in registrazione, sia l'equalizzazione durante l'ascolto, debbono essere modificate.

Gli apparecchi hi-fi sono forniti di un commutatore che permette ai circuiti interni di adattarsi facilmente alle caratteristiche del nastro CrO_2. Talvolta la commutazione avviene automaticamente mediante un sensore incorporato nel registratore il quale riconosce una fessura di identificazione posta sul bordo posteriore della cassetta.

Tale sistema opera in modo simile a quello che permette di far funzionare l'apparecchio per la registrazione: due fessure, se chiuse, permettono l'abbassamento del tasto di registrazione, mentre se aperte lo impediscono il che costituisce una buona protezione della registrazione che si vuole preservare da cancellazioni accidentali.

Le *musicassette* non possono così essere sovraregistrate (e quindi cancellate). Un pezzo di nastro adesivo, o una speciale piccola chiusura (commerciata dalla Bib) possono essere applicati sul retro nel caso si voglia cancellare l'informazione registrata per inciderne una nuova.

NASTRO MAGNETICO

Supporto di plastica rivestito su di un solo lato di piccolissime particelle di materia magnetico come la γ emanite (γ Fe_2O_3) o il biossido di cromo (CrO_2). Usato per registrazioni magnetiche e susseguente riproduzione di informazioni audio, video o binarie. Alcuni recenti nastri hanno strati di ferro e di cromo (ferricromo).

OVERHANG

L'altra parte della geometria di un braccio per giradischi (la prima è l'angolo di offset) (vedi) impiegata per ovviare all'errore di tracciamento laterale (vedi). Angolo di offset ed overhang combinati tra loro mantengono l'angolo tra una linea radiale e l'asse dello stilo essenzialmente a 90° per tutte le posizioni del braccio come mostrato nella Fig. 6.6. Quest'angolo di 90° corrisponde al minor errore di tracciamento laterale.

La combinazione braccio/fonorivelatore è di solito progettata in modo da dare errore di tracciamento laterale uguale a zero in corrispondenza del più piccolo diametro del disco e in modo

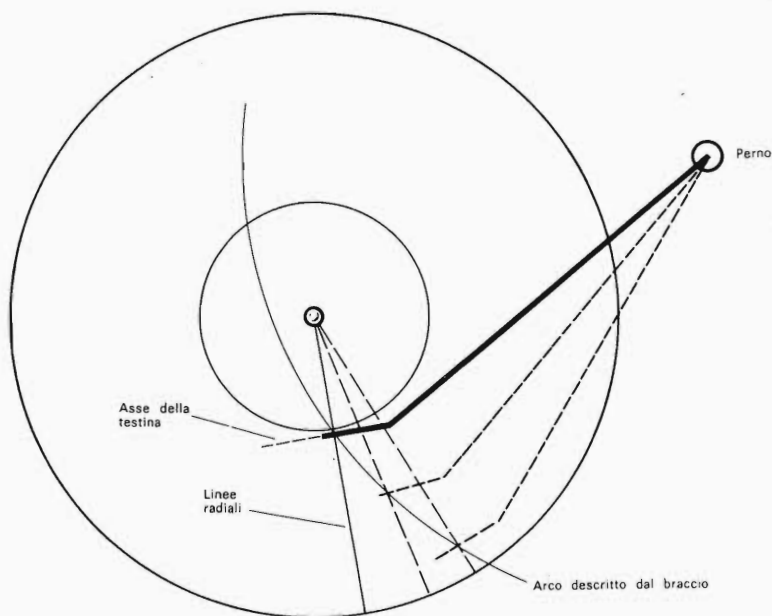



Fig. 6.6 Gli effetti combinati dell'offset e dell'overhang minimizzano l'errore di lettura laterale mantenendo l'angolo tra una linea radiale e l'asse della testina praticamente sempre a 90° per qualunque posizione del braccio.

che l'errore massimo su tutto l'arco descritto dallo stilo sulla parte incisa del disco non superi 1,5°.

PIASTRA DI REGISTRAZIONE

Registratore a bobine o a cassette privo della parte di amplificazione.

PESO DI LETTURA

Il peso (forza) al quale un fonorivelatore legge i solchi del disco. Chiamato anche peso d'appoggio. Più il peso di lettura è vicino al massimo raccomandato dal fabbricante più lo stilo è capace di tracciare correttamente le frequenze incise ad alto

livello, tenuto conto dell'abilità di tracciamento complessiva del sistema braccio-fonorivelatore.

L'errore di tracciamento si verifica, particolarmente ad alte frequenze incise a livello elevato, quando il peso di lettura è insufficiente o quando il braccio non è adatto al fonorivelatore. Comunque il peso di lettura non dovrebbe mai essere superiore al massimo specificato nel tentativo di migliorare la capacità di tracciamento. Tracciamenti imperfetti al massimo consentito del

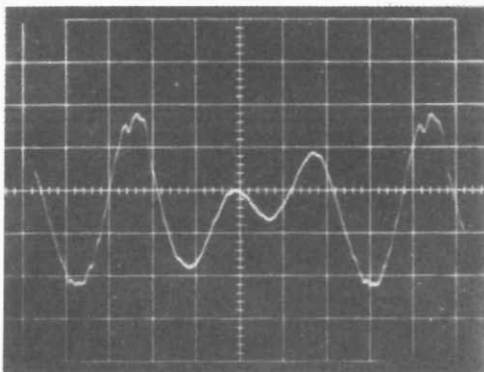



Fig. 6.7 Oscillogramma che illustra un tracciamento moderatamente cattivo di frequenze combinate di 1 kHz e di 1,5 kHz con un massimo di velocità di incisione di 40 cm/sec.

peso di lettura indicano che lo stilo è consumato o che il braccio è inadatto a lavorare con il peso suddetto (a causa di attriti eccessivi per esempio).

Vi è un massimo di tracciabilità modulazione/livello per tutti i fonorivelatori, ma i più costosi sono in genere in grado di tracciare meglio di quelli più economici gli alti livelli e le alte frequenze. L'oscillogramma della Fig. 6.7 mostra un tracciamento imperfetto di un segnale di 1 KHz + un segnale di 1,5 KHz incisi ad una velocità di 40 cm/sec di picco.

PRE-DISTORSIONE

Distorsione deliberatamente introdotta durante l'incisione di un disco in modo che la distorsione di lettura durante la riproduzione viene in parte cancellata.

PRE-REGISTRATO

Si riferisce in genere ad un nastro o ad una cassetta che sono stati registrati prima di essere commerciati con un determinato programma.

QUADRIFONIA « DISCRETE »

Metodo di incisione o di riproduzione quadrifonica nel quale i quattro canali sono registrati e riprodotti mediante circuiti elettricamente isolati tra loro (vedi sotto *Registratore a cassette*).

QUATTRO PISTE

Registratore a bobine per registrare su quattro piste un nastro magnetico e per riascoltarlo successivamente. Per la stereofonia sono impiegate due piste contemporaneamente come mostrato in (*a*) nella Fig. 6.8. Le testine sono costruite in modo

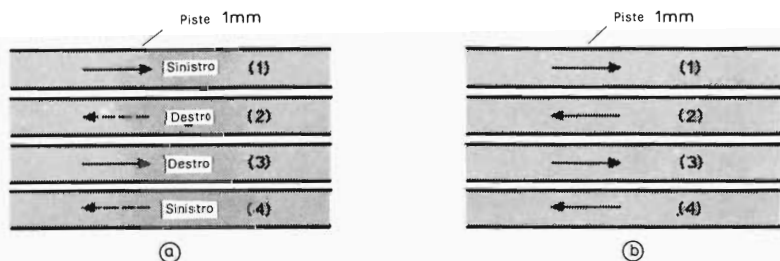



Fig. 6.8 Stereofonia a 4 tracce (piste) o a quarto di traccia (a) e monofonia a 4 tracce o a quarto di traccia (b).

tale che il secondo paio di piste è in funzione quando il nastro viene rigirato.

Per la monofonia, ciascuna traccia è usata separatamente. Il registratore incorpora generalmente un sistema a due testine in modo che le tracce 1 e 3 possono essere selezionate senza girare il nastro. Quando il nastro viene girato funzionano le tracce 2 e 4 come mostrato in (*b*) nella Fig. 6.8.

REGISTRATORE A BOBINE

Tipo di registratore che usa nastri standard da 1/4 di pollice e fornito di bobine datrice e ricevitrice. Usato in contrapposizione a *Registratore a cassette* (vedi).

REGISTRATORE A CASSETTE

Apparecchio registratore destinato al funzionamento con cassette il cui nastro scorre alla velocità standardizzata di 4,75 cm/sec. Tali apparecchi sono concepiti generalmente per il riascolto di incisioni in cassette (dette *Musicassette*) preincise o incise dall'utilizzatore. Molte versioni di qualità hi-fi sono equipaggiate con sistemi di riduzione del rumore come il Dolby B, l'ARNS o il sistema della Philips DNL (Dynamic Noise Limiter = limitatore dinamico del rumore).

Le musicassette sono incise in stereofonia in modo da essere compatibilmente ascoltate in monofonia su un apparecchio monofonico. Ciò accade perché le piste stereofoniche destra e sinistra sono contigue sul nastro, come mostra la Fig. 6.2. La testina di lettura di un apparecchio monofonico ha un traferro che legge le due piste contemporaneamente in modo che il segnale che ne risulta è la somma dei segnali costituenti i canali destro e sinistro, somma che è monofonica.

Un apparecchio stereofonico possiede un sistema di testine doppie che scandagliano separatamente le due piste in modo da fornire per l'ascolto segnali separati destro e sinistro.

Un apparecchio quadrifonico è stato concepito dalla JVC per la registrazione e l'ascolto in quadrifonia « discrete »: in esso il nastro reca sulla sua larghezza complessiva otto piste differenti, quattro su una metà e quattro sull'altra. Le piste sono compatibili con l'ascolto stereo e mono. Dal momento che la pista si restringe, il rapporto segnale/rumore diminuisce. L'aumento del rumore che ne deriva deve perciò essere combattuto con l'ausilio di un sistema di riduzione del rumore.

RIDUZIONE DEL RUMORE DOLBY

Sistema di riduzione del rumore nel quale il segnale da registrare è sottoposto ad una esaltazione delle frequenze acute cre-

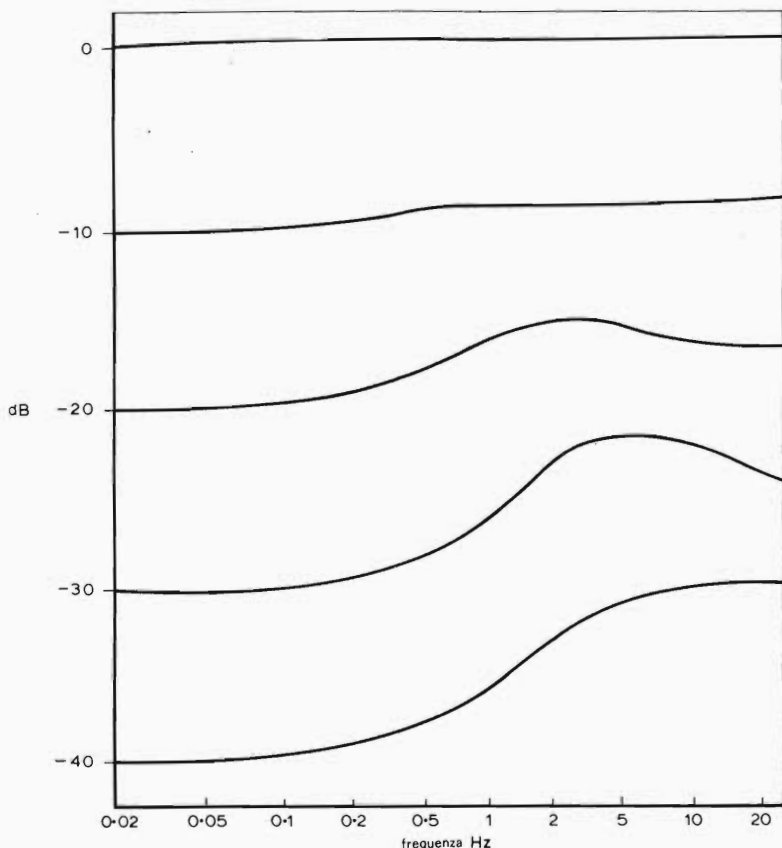



Fig. 6.9 Caratteristiche di codificazione del sistema Dolby « B » a differenti livelli del segnale.

scente al decrescere del suo livello e il segnale da riprodurre è sottoposto ad una attenuazione delle frequenze acute crescente al decrescere del suo livello. Il risultato finale è una risposta correttamente bilanciata delle frequenze il cui rapporto S/N è migliore che non nel caso che il procedimento di riduzione non sia stato applicato. Il termine « espanso » si usa talvolta per indicare che la distanza tra il segnale e il livello del rumore è stata aumentata.

Nelle apparecchiature destinate all'uso domestico, come i registratori a cassette, è impiegato il cosiddetto circuito Dolby B.

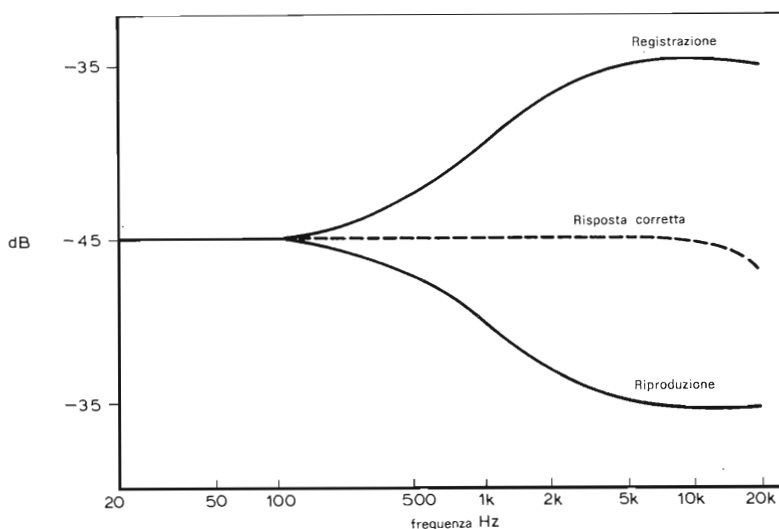



Fig. 6.10 Caratteristiche di codificazione e di decodificazione relative ad uno specifico livello del segnale e risposta complessiva corretta.

Questo sistema è meno complicato e quindi meno costoso del Dolby A che è adottato dai professionisti negli studi di registrazione nei quali entrano in gioco diversi livelli del segnale e diversi sistemi di equalizzazione delle frequenze.

Con il sistema ARNS della JVC sia i segnali da registrare che quelli riprodotti sono elaborati in modo complementare, ma l'ammontare delle equalizzazioni e i punti di inizio di esse sono differenti che nel sistema Dolby; i due sistemi perciò non possono essere completamente compatibili tra di loro (sebbene in pratica il grado di errore in caso di uso promiscuo sia, soggettivamente, piccolo).

La Fig. 6.9 mostra come il sistema Dolby B provveda a una esaltazione progressivamente crescente delle frequenze acute (preenfasi) durante la registrazione. L'effetto opposto si ha durante la riproduzione. La Fig. 6.10 mostra la preenfasi e la successiva deenfasi di uno specifico segnale di intensità data e, infine, le caratteristiche di responso « lineare ».

Una descrizione complessiva di tutto il procedimento, fornita dai Laboratori Dolby è data in Fig. 6.11 (vedi anche il Cap. V sotto *Riduzione del rumore Dolby in FM*).

1. Musica. La musica è fatta di suoni di differente altezza e intensità separati da pause di silenzio. I suoni intensi e deboli sono rappresentati qui da linnee corte e lunghe. La musica rappresentata nel diagramma a lato comincia molto forte e diviene gradualmente sempre più debole.

2. Rumore. Anche il miglior nastro registrato produce un soffio costante quando è in funzione, sia che porti musica incisa sia che non la porti. I migliori nastri professionali contengono rumore, proprio come le cassette per uso domestico. Comunque il problema è molto più serio con le cassette a causa della bassa velocità di scorrimento e della piccola ampiezza della traccia incisa.
Tutto ciò si traduce in aumento notevole del rumore di fondo in confronto all'intensità della musica che può essere registrata sul nastro.

3. Musica e rumore. Quando un nastro magnetico suona il rumore di fondo nasconde i passaggi più deboli e interferisce con molti suoni anche se essi sono di intensità maggiore del rumore stesso. Man mano che le note scendono di frequenza verso i gravi estremi esse debbono essere più intense rispetto al rumore perchè questo non sia percepibile Durante le pause, quando non si dovrebbe udire nulla, il soffio riempie il silenzio.

4. Cosa fa in primo luogo il sistema Dolby. Prima di effettuare una incisione il Dolby ascolta la musica per trovare i passaggi nei quali il rumore di fondo potrebbe essere udito durante la riproduzione.
Ciò accade sopratutto durante i passaggi di debole intesità sonora. Trovati questi passaggi esso aumenta automaticamente il volume in modo che la musica sia registrata ad un livello maggiore del normale. Una caratteristica importantte del Dolby è la sua abilità a distinguere suoni di diversa altezza e suoni di differente intensità

5. La registrazione. In una registrazione Dolby i passaggi nei quali il volume è stato aumentato superano ampiamente il livello del rumore. Questo che fa si che una registrazione Dolby suoni chiara e brillante quando è riprodotta su un apparecchio privo di circuito Dolby. Alcuni usano cassette incise con sistema Dolby come fossero normali cassette.

6. Cosa fa il sistema Dolby durante la riproduzione. Quando le registrazioni Dolby sono suonate su un apparecchio provvisto di circuito Dolby, il volume è automaticamente ridotto in tutti quei passaggi dove era stato aumentato durante la registrazione. Perciò la musica suona nel modo più esatto, poichè l'intensità di ogni nota è esattamente la stessa che in origine. Nello stesso tempo il rumore che era mescolato alla musica è anche ridotto in volume negli stessi passaggi, nei quali sarebbe stato altrimenti udibile

Fig. 6.11 Desenzione del processo Dolby.

SEGNALE DI CANCELLAZIONE

Segnale ad alta frequenza, proveniente di solito dal medesimo circuito dal quale proviene la tensione di bias, applicato alla testina di cancellazione per demagnetizzare il nastro immediatamente prima della nuova registrazione.

SISTEMA AUTOMATICO DI RIDUZIONE DEL RUMORE (ANRS)

Sistema di riduzione del rumore elaborato dalla Japan Victor Company (JVC) per l'uso con incisioni discografiche e magnetiche. Comunemente abbreviato in ANRS. Come il sistema Dolby di riduzione del rumore (vedi *Riduzione del rumore Dolby*),

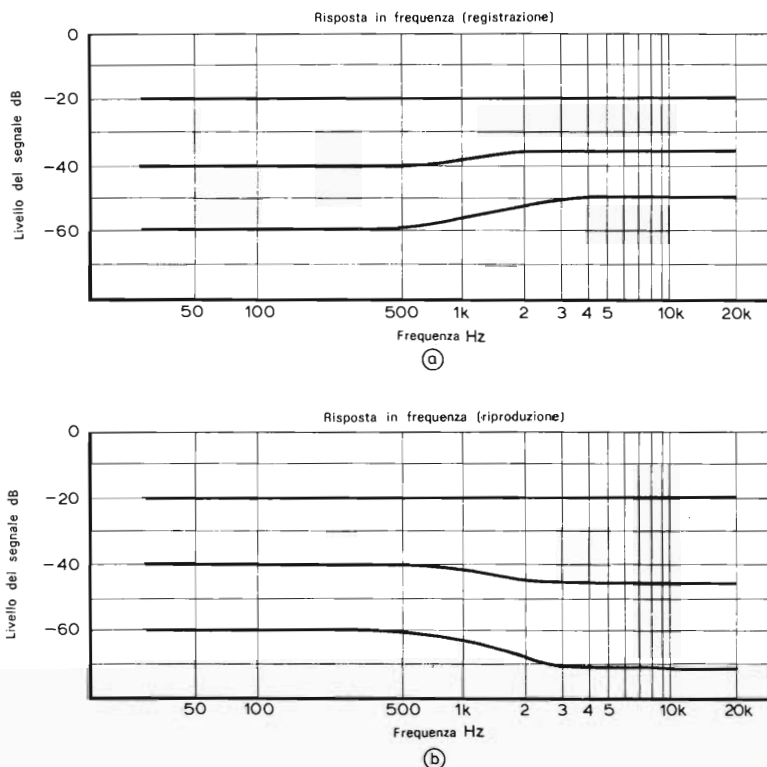



Fig. 6.12 Caratteristiche di codificazione (a) e di decodificazione (b) del JVC Automatic Noise Reduction System (ANRS).

l'ANRS elabora il segnale sia durante l'incisione (codificazione) sia durante il riascolto (decodificazione).

In effetti un certo grado di compatibilità tra i due sistemi è possibile; una registrazione codificata con sistema Dolby B può essere riascoltata con l'ausilio di un decodificatore ARNS e viceversa con risultati accettabili. Per la migliore performance, ovviamente, la codificazione e la decodificazione debbono essere complementari.

Il sistema sfrutta l'effetto maschera di cui è capace l'orecchio umano il quale fa in modo che in presenza di due suoni dei quali uno sia più intenso dell'altro, l'ascoltatore percepisca solo il più forte. Durante la registrazione il segnale è automaticamente esal-

tato in modo progressivo man mano che la sua intensità diminuisce. Durante il riascolto è applicato il procedimento inverso come mostrato in (*a*) e (*b*) della Fig. 6.12.

Le curve mostrano che sono solo le frequenze più elevate ad essere esaltate e successivamente attenuate. Con l'ANRS i segnali al di sotto di una frequenza di circa 500 Hz vengono lasciati invariati; solo le frequenze al di sopra di questa soglia sono esaltate. Il risultato finale è che il rumore che nasce in registrazione e riappare in ascolto è attenuato di circa 5 dB a 1 KHz e di 10 dB tra 5 e 10 KHz.

Si deve sottolineare che questo sistema non combatte il rumore contenuto nel segnale della sorgente e nei circuiti ad essa inerenti. È invece un sistema per combattere il rumore che ha origine esclusivamente dai processi di registrazione e di ascolto; è perciò un metodo di notevole valore per ridurre il rumore complessivo nelle registrazioni su nastri in cassetta.

SISTEMA DI LETTURA

La combinazione braccio/fonorivelatore. Un fonorivelatore è in genere un apparecchio che trasforma la modulazione del solco del disco in un segnale elettrico.

SMAGNETIZZATORE

Dispositivo che produce un campo magnetico alternato il cui effetto è quello di smagnetizzare un nastro (come il *bulk eraser* che demagnetizza completamente il nastro cancellandone ogni segnale inciso) oppure una testina di registrazione/lettura o un componente metallico situato lungo la linea di trasporto del nastro di un registratore in modo da impedire a campi magnetici residui di influenzare una registrazione o di generare rumore indesiderato nella registrazione.

STILO

La parte di un fonorivelatore che traccia i solchi del disco fonografico. Lo stilo è spesso staccabile dal resto del fonorive-

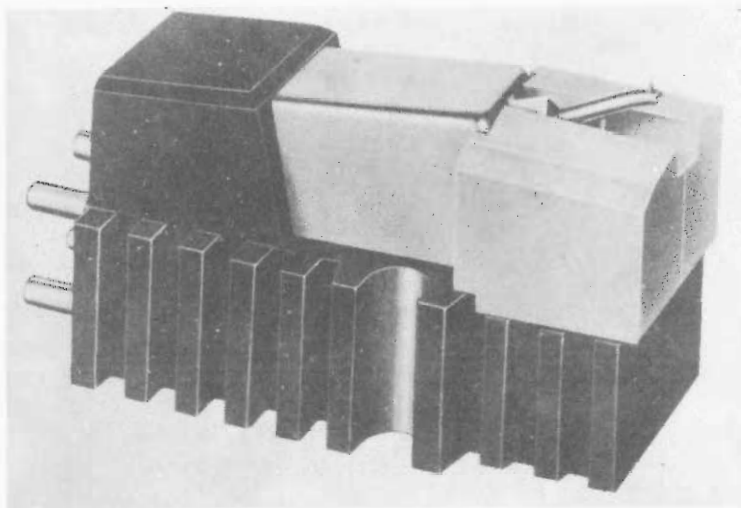



Fig. 6.13 Fonorivelatore magnetico. Notare l'apparato della puntina e il supporto di quest'ultima (cantilever).

latore allo scopo di sostituirlo, pulirlo, etc. Gli stili hanno vari tagli: sferici, ellittici (vedi *Stilo ellittico*) o speciali (Shibata e Pramanik usati per i dischi CD-4). Il raggio di uno stilo sferico è solitamente di 12,5 μ m. Gli stili delle testine hi-fi sono solitamente in diamante.

Lo stilo di una cartuccia magnetica è chiaramente visibile nella Fig. 6.13.

STILO ELLITTICO

Uno stilo per fonorivelatore che ha due raggi: uno piccolo (circa 7,5 μ m) per favorire il tracciamento ottimale della modulazione ad alta frequenza (cioè delle piccole lunghezze d'onda) con la minor distorsione di lettura, l'altro maggiore (circa 17,5 μ m) per prevenire che lo stilo affondi completamente nel solco causando così un inopinato aumento del rumore di fondo.

STILO SHIBATA

Stilo per fonorivelatori di speciale taglio progettato per la migliore definizione dei canali posteriori di dischi quadrifonici

« discrete » (per esempio CD-4) (vedi *Stilo Shibata* nel Cap. IV). Altri tagli sono stati impiegati per i dischi CD-4, come per esempio il taglio dello stilo Pramanik usato dalla Bang & Olufsen nelle sue testine quadrifoniche.

SOUND ON SOUND

Termine impiegato per indicare la copia di una registrazione da una pista di un nastro magnetico ad un'altra con l'ulteriore aggiunta contemporanea di altre informazioni sonore.

TESTINA DI CANCELLAZIONE

La testina di un registratore alla quale si applica il segnale di cancellazione. È situata immediatamente prima della testina di registrazione/riproduzione in modo da cancellare dal nastro qualsiasi informazione registratavi prima di effettuare una nuova registrazione.

TESTINA DI MONITOR

zione e la riproduzione, quest'ultima può essere usata per controllare il segnale dopo opportuna amplificazione immediatamente portuna amplificazione, per controllare il segnale immediatamente dopo la sua registrazione. Gli amplificatori e i ricevitori moderni sono dotati di un ingresso e di un commutatore per ricevere un simile segnale (monitor). Il commutatore permette di paragonare immediatamente la qualità del segnale registrato rispetto a quella del segnale originale (vedi Cap. I).

TESTINA A TRACCIA INTERA

Registratore a bobine per registrare una sola traccia su tutta la larghezza del nastro e per ascoltarla successivamente. Raramente usato in impianti domestici.

TRAFERRO

Lo spazio che separa i poli di una testina di registrazione, di riproduzione o di cancellazione e attraverso il quale si sviluppa un campo magnetico. Il campo, nella testina di registrazione, è prodotto da una corrente di segnale che passa nell'avvolgimento della testina stessa; nella testina di cancellazione è prodotto dal segnale ad alta frequenza (proveniente di solito dall'oscillatore di bias) che passa attraverso l'avvolgimento; nella testina di riproduzione, infine, il flusso è dato dal nastro registrato e si traduce nella formazione di una forza elettromagnetica nell'avvolgimento.

Per la miglior definizione dei segnali di piccola lunghezza d'onda cioè ad alta frequenza, il traferro deve essere il più sottile possibile. Quando la lunghezza d'onda registrata corrisponde alla larghezza effettiva del traferro (che è maggiore di quella fisica a causa dell'espansione del campo magnetico e alla mancanza di contatto perfetto tra poli della testina e nastro) l'uscita si riduce a zero. La frequenza corrispondente a questa lunghezza d'onda si chiama frequenza di estinzione.

Dal momento che la lunghezza d'onda registrata dipende dalla velocità del nastro davanti alla testina, il limite superiore di risposta è funzione sia della velocità del nastro, sia della larghezza del traferro. Alle velocità più basse, particolarmente a quella delle cassette (4,75 cm/sec) il traferro deve essere sottilissimo (dell'ordine di 1 μ) allo scopo di avere un responso sulle frequenze acute accettabile. Il punto di attenuazione a 3 dB è approssimativamente a metà della frequenza di estinzione.

La preenfasi degli acuti è generalmente applicata per mantenere alto il livello di essi. In questo caso è necessaria una equalizzazione in riproduzione poiché con un nastro a flusso costante l'uscita della testina aumenta di circa 6 dB ogni volta che la frequenza si raddoppia.

I traferri della testina di registrazione (quando il registratore ne ha una separata da quella di riproduzione) e della testina di cancellazione sono meno critici sotto questo punto di vista.

TRASPORTO DEL NASTRO

Il meccanismo di una piastra di registrazione che presiede al trasporto del nastro, a velocità molto costante, davanti alle testine di cancellazione e di registrazione/riproduzione.

VELOCITÀ DEL NASTRO

Le velocità standard sono: 38 cm/sec, 19 cm/sec, 9,5 cm/sec e 4,75 cm/sec. Quest'ultima è la velocità standard delle piastre a cassette mentre le velocità più alte sono impiegate sui registratori a bobine per ottenere registrazioni di qualità.

VELOCITÀ DI INCISIONE

Il livello di incisione di un disco in termini di corrispondenti movimenti alternati dello stilo incisore (velocità). La velocità di incisione media è di 5 cm/sec, che è la velocità talvolta usata per definire l'uscita di un fonorivelatore ad 1 KHz. Può anche essere usata la velocità più bassa corrispondente a 1 cm/sec.

VU METER

Misuratore del livello del segnale che ne indica il livello di energia piuttosto che i massimi di ampiezza. Spesso inserito nei registratori. Simili indicatori sono in genere tarati in modo che il massimo livello di registrazione si ha quando l'indice segna 0 VU o 100% di modulazione. Il fattore di distorsione corrispondente è di circa il 5%.

WOW

Variazione ciclica nell'altezza di un tono puro registrato e dovuta a irregolarità nel trasporto del nastro o nella rotazione di un giradischi. Si riferisce a fluttuazioni al di sotto di circa 10 Hz. Vedi anche *Flutter*.

VII. Suono e acustica ambientale

AMBIENZA (AMBIENCE)

L'atmosfera acustica di una sala da concerto o di un ambiente domestico d'ascolto, risultante da riflessioni multiple dei segnali, echi, ecc. Sebbene sia una forma di colorazione del suono è desiderabile che sia mantenuta nella riproduzione quando è presente nel segnale del programma.

L'ambienza di una stanza d'ascolto, comunque, può essere talvolta fastidiosa poiché conferisce alla riproduzione una colorazione innaturale. L'insufficiente smorzamento acustico della stanza d'ascolto, causando un tempo di riverberazione troppo lungo può colorare la riproduzione notevolmente.

I recenti dischi stereofonici contengono una certa informazione di ambienza. Essa può essere estratta dal complesso riproduttore ed inviata ai diffusori posteriori tramite semplici circuiti matrix (vedi Cap. IV).

ANECOICO

Condizione di assenza di riverberazione in uno spazio aperto. Per evitare la prova dei diffusori all'esterno in condizioni di spazio libero naturale (che sarebbe pur necessario per evitare le riflessioni) le condizioni di anecoicità sono create artificialmente trattando le pareti dell'ambiente con materiali ad alto coefficiente di assorbimento.

ATTACCO

Termine che indica generalmente le caratteristiche di risposta ai segnali transienti (impulsivi) degli amplificatori e dei diffusori. Un altoparlante con buona risposta ai transienti implica che il suo diaframma risponda immediatamente a un segnale impulsivo (cioè con fronte d'onda molto ripido) e quindi ai componenti transitori del segnale musicale e che immediatamente dopo il passaggio di essi sia acusticamente e/o elettromagneticamente smorzato in modo da evitare sovraoscillazioni alla sua frequenza naturale di risonanza (che è una forma di distorsione transiente).

Per conservare le caratteristiche dei segnali transitori che ne attraversano i circuiti un amplificatore deve avere un tempo di salita uguale a quello delle frequenze audio più elevate (vedi Cap. I e II).

BATTIMENTO

Tono differenziale prodotto dalla miscelazione non lineare di due toni o segnali. Il fenomeno può verificarsi nell'orecchio stesso: un tono differenziale è percepito quando si ascoltano due toni contemporanei di frequenze diverse ma vicine. I battimenti possono essere anche prodotti dalle armoniche e sub-armoniche, fenomeno sfruttato talvolta per accordare strumenti a corda dopo aver accordato una sola corda con l'ausilio di un diapason.

BINAURALE

L'ascolto con due orecchie di solito tramite una cuffia. Da non confondere con stereofonico e stereofonia.

BUCO CENTRALE

L'apparente debolezza o mancanza di suono nel punto centrale tra i due diffusori quando essi sono troppo distanziati tra loro. Vedi anche *Canale centrale derivato.*

CAMPO LIBERO

Ambiente nel quale le radiazioni sonore sono libere di espandersi senza incontrare ostacoli. Condizioni di campo libero ideali si hanno ad esempio in una camera anecoica.

CANALE CENTRALE DERIVATO

Quando tra i due diffusori stereofonici esiste uno spazio troppo ampio può verificarsi un cosiddetto « buco centrale » tra di essi con segnale musicale debole o apparentemente mancante. A ciò

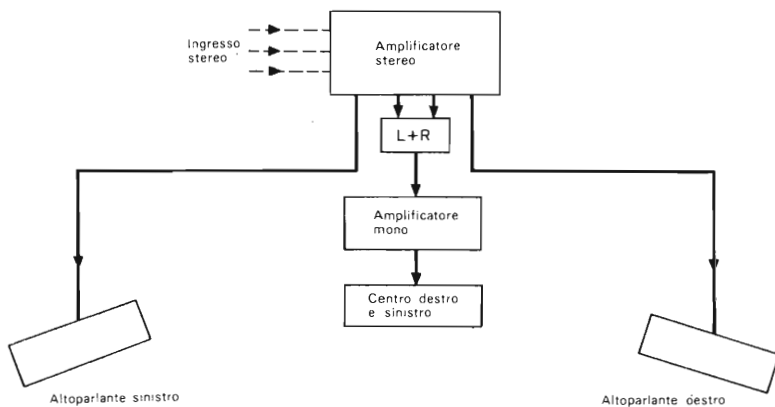



Fig. 7.1 Metodo per derivare un segnale somma L + R per alimentare un canale centrale (vedi testo).

si può ovviare rinforzando i suoni al centro con l'aggiunta di un terzo diffusore pilotato dai segnali destro + sinistro ad un livello adatto, come mostrato nella Fig. 7.1.

In questa illustrazione, il canale centrale è ottenuto addizionando i segnali destro e sinistro ed inviandoli ad un amplificatore monocanale che pilota il diffusore centrale. Questo metodo facilità la somma dei segnali senza impoverire la diafonia stereofonica, cosa che può verificarsi quando i segnali somma hanno un livello elevato a causa della difficoltà di ottenere un loro adeguato isolamento in circuiti a bassa impedenza.

Inoltre, l'amplificatore mono separato permette una agevole regolazione del livello del segnale che pilota il diffusore centrale.

COLORAZIONE

Cambiamento nella qualità di un suono causata generalmente dall'ambiente d'ascolto e dalla risonanza degli altoparlanti. L'ambienza è una forma di colorazione e può essere indesiderabile se causata dalla risonanza della stanza d'ascolto (vedi anche il Cap. II.

ECO

Riflessione multipla ripetuta in avanti e all'indietro dei suoni tra le pareti il soffitto e il pavimento di un locale d'ascolto o di un auditorium. E' una funzione della riverberazione (vedi *Riverberazione.*

EFFETTO HAAS

Caratteristica dell'orecchio umano per la quale quando lo stesso suono è irradiato allo stesso volume da due altoparlanti, ma leggermente in ritardo l'uno rispetto all'altro, (come accade quando uno di essi e più vicino dell'altro all'ascoltatore, il suono sembra provenire dall'altoparlante che non è in ritardo. E' noto anche come effetto di precedenza poiché il suono che giunge alle orecchie dell'ascoltatore precede nell'evocare l'impressione di risposta soggettiva.

L'effetto è associato strettamente con l'effetto soggettivo di suono stereofonico o quadrifonico per neutralizzare l'effetto di Haas il suono che è in leggero ritardo deve avere un livello più alto di quello non ritardato.

EFFETTO MASCHERA

Caratteristica dell'udito umano per cui un suono di data frequenza è reso inudibile da un'altro suono della stessa frequenza. Un suono può essere anche mascherato dal rumore di fondo (vedi *Gamma dinamica* e la Fig. 7.2). Alcuni sistemi di riduzione del rumore sfruttano questa proprietà dell'udito umano.

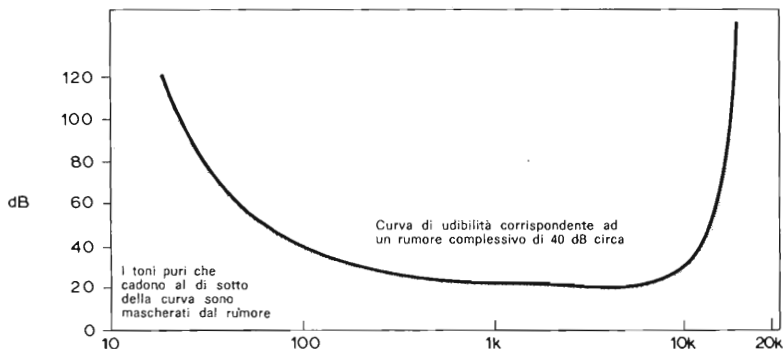



Fig. 7.2 Curva della soglia di udibilità combinata con rumore che maschera la curva di un livello pari a circa 40 dB. Una gamma di frequenze o un tono puro al di sotto della curva è mascherato dal rumore. Per esempio un tono puro di 1 kHz richiederebbe una pressione sonora maggiore di 20 dB perché un suono sia udibile in un ambiente il cui rumore complessivo è di 40 dB.

fff

Abbreviazione musicale per indicare i fortissimi.

FON

Unità di misura del loudness. Numericamente uguale all'intensità di suono in dB a circa 1 KHz (vedi anche *Loudness*).

FREQUENZA DEL SUONO

Variazione ciclica della pressione sonora o della vibrazione prodotta da una sorgente di suono in Hz corrispondente a un tono puro di altezza specifica. La rappresentazione sinusoidale del suono che trasporta informazioni consistenti in toni puri.

Tutti gli strumenti dell'orchestra producono forme d'onda complesse comprendenti le frequenze fondamentali e le loro armoniche o ipertoni (sebbene questi ultimi possano non essere armonicamente correlati alle fondamentali). Le armoniche e/o gli ipertoni sono responsabili del timbro e del « carattere » di un particolare strumento.

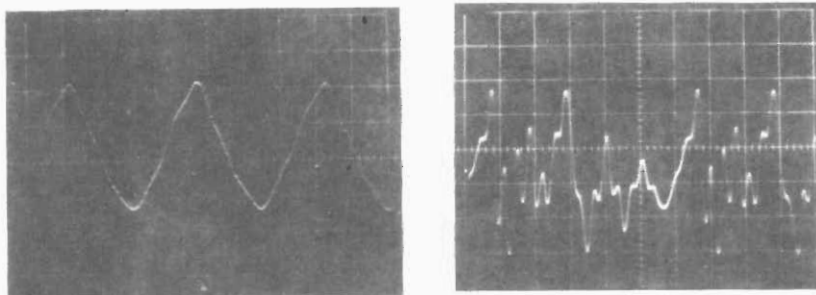



Fig. 7.3 (sinistra) Oscillogramma di una voce femminile che canta un do centrale; (destra) Oscillogramma del suono di un flauto (nota si).

Anche un comune diapason che vibra tenuto in mano produce due ipertoni principali a 6,27 e 17,55 volte la fondamentale (modo caratteristico di vibrazione di sbarre metalliche fermate ad una estremità). Quando, però il diapason vibra in prossimità di un risuonatore, la fondamentale predomina dal momento che il tono è essenzialmente puro (cioè di natura sinusoidale).

Il la basso di un pianoforte da concerto ha una frequenza fondamentale di 27,5 Hz e il do sopracuto una frequenza di 4186. La frequenza fondamentale del do centrale è di 261 Hz.

L'oscillogramma della Fig. 7.3 è un do centrale cantato da una voce femminile e devia dalla sinusoide per la presenza di armoniche. L'oscillogramma della Fig. 7.3 (destra) è un suono di mento a fiato sulla nota si: anche qui componenti armonici contribuiscono alla particolare forma d'onda.

GAMMA DINAMICA

Gamma di intensità sonora tra i fortissimi (fff) e i pianissimi (ppp) come mostrato nella Fig. 7.4. Acusticamente il limite superiore fff è stabilito dal sovraccarico dell'amplificatore e del diffusore, mentre il limite inferiore ppp corrisponde dal rumore di fondo intrinseco del programma e dal rumore dell'ambiente d'ascolto. Sorgenti di programma di qualità elevata raggiungono una dinamica di almeno 60 dB e la maggior parte degli amplificatori ha una potenzialità dinamica anche migliore.

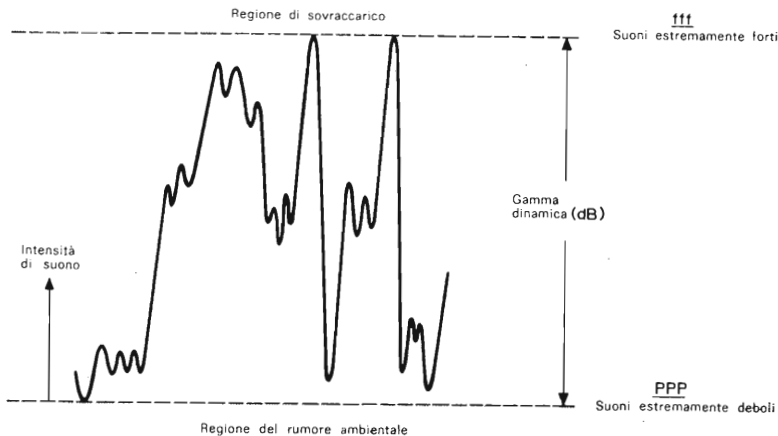



Fig. 7.4 Illustrazione della gamma dinamica

Così, se si richiede una riproduzione accurata di un programma con dinamica di 60 dB, deve essere ottenuto un picco di 60 dB al di sopra della soglia del rumore di fondo totale e ciò allo scopo di evitare che i segnali ppp siano mascherati da quest'ultimo. Ciò inoltre implica che in un ambiente il cui rumore e di 35 dB in totale, per esempio, amplificatore e diffusori dovranno produrre pressioni sonore di picco di 95 dB (vedi *Potenza audio richiesta*).

Questo non è del tutto vero in teoria in quanto il rumore totale è una integrazione di componenti di rumore attraverso tutto il campo sonoro, il che vuol dire che l'effetto maschera dei suoni di una certa frequenza si avrà soltanto se il rumore ambientale a quella stessa frequenza è maggiore (vedi Fig. 7.2).

INTENSITÀ DI ASCOLTO

I massimi r.m.s. di pressione sonora durante l'ascolto di musica raggiungono mediamente i 70 dB (A). (A) indica il tipo di pesatura applicata allo strumento di misura della pressione sonora, pesatura che tiene conto della diversa sensibilità dell'orecchio per suoni di differenti frequenze e intensità (vedi *Loudness*). La curva di pesatura A è data nella Fig. 7.5.

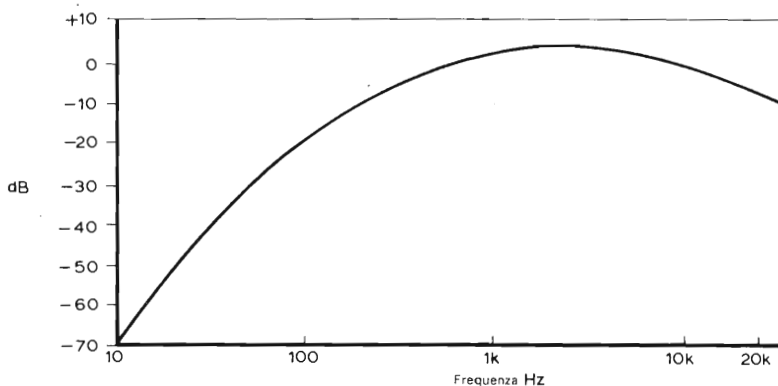



Fig. 7.5 Caratteristiche di pesatura A

La potenza acustica a 70 dB è di 10^{-4} W/m². A 100 dB di pressione sonora la potenza acustica è di 10^{-2} W/m² vale a dire 10 mW per ogni metro quadrato di superficie. Per ovviare allo scarsissimo rendimento dei diffusori e per ricuperare quanto va perduto per l'assorbimento dell'ambiente d'ascolto, sono necessari amplificatori di potenza elevata. I diffusori a tromba, la cui efficienza è del 50-60% hanno bisogno di molta minor potenza per produrre livelli sonori di 100 dB di picco nell'ambiente d'ascolto.

INTENSITÀ DEL SUONO

L'energia acustica o sonora oppure la potenza per unità di superficie riscontrabile in un dato campo sonoro. L'intensità è influenzata dalla natura dell'ambiente nel quale la sorgente suona. Vedi anche *Potenza audio richiesta.*

L'analisi della potenza del suono richiede due strumenti specifici di misura: uno per misurare direttamente, per ogni banda di frequenza, la pressione sonora media nello spazio e nel tempo e l'altro che tiene conto dell'effetto della stanza in condizioni di riverberazione o di semiriverberazione.

E' internazionalmente stabilito che la potenza sonora per metro² di superficie ad una pressione sonora di 0 dB (2×10^{-5} Pa) è di 10^{-12} W/m². Una pressione sonora di 100 dB, che è un suono molto intenso, corrisponde ad una potenza di 10^{-2} W/m².

LOUDNESS

Si tratta della relazione che lega l'impressione soggettiva di intensità sonora all'intensità effettiva secondo una legge logaritmica. Inoltre l'effetto di loudness è funzione della frequenza del suono, come indicano le curve della Fig. 7.6.

L'unità di misura del loudness è il fon che corrisponde quasi in valore numerico al valore in dB di un tono puro di 1 KHz, il cui volume sonoro è giudicato uguale dall'orecchio.

Prendendo come esempio la curva di 60 fon della Fig. 7.6, si vedrà che intorno a 1 KHz il loudness vale 60 fon quando il livello sonoro è di 60 dB. Per ottenere lo stesso valore di loudness a 100 Hz l'intensità sonora deve essere di 67 dB. Un aumento di 5 dB in intensità è necessario anche a 10 KHz per avere la

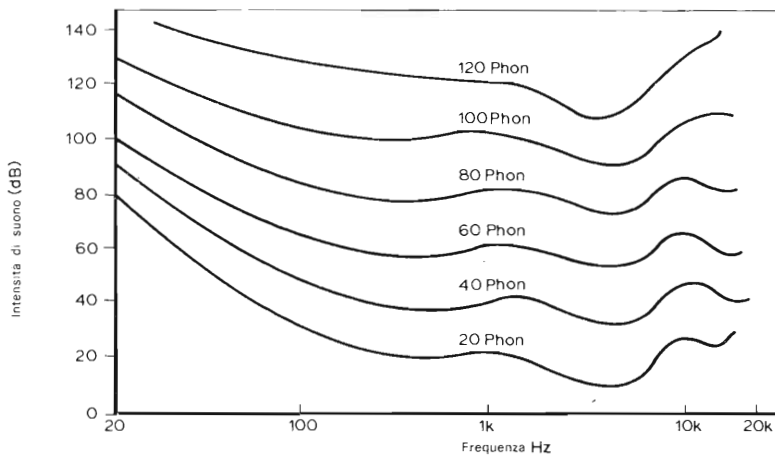



Fig. 7.6 Curve di uguale loudness secondo Robinson e Dadson. La sensibilità agli acuti dell'orecchio umano diminuisce con l'età.

stessa sensazione di loudness. L'orecchio umano infatti ha sensibilità decrescente al decrescere (e all'aumentare, ma in misura minore) della frequenza.

Nel Cap. I abbiamo visto che alcuni amplificatori hanno un comando di loudness il quale fa si che siano progressivamente esaltate le frequenze alte e basse al decrescere del volume sonoro. Vedi anche *Soglia di udibilità* e *Soglia del dolore*.

LUNGHEZZA DELL'ONDA SONORA

La lunghezza d'onda del suono è in relazione alla frequenza ed alla velocità di propagazione secondo l'equazione $c = \lambda f$, dove c è la velocità di propagazione in metri al secondo, la lunghezza d'onda in metri, ed f la frequenza in Hz.

La velocità di propagazione è funzione del mezzo, della temperatura, ecc.: è così possibile trovare la lunghezza d'onda dividendo la velocità (344) per la frequenza in Hz. Per esempio, la lunghezza d'onda di un suono emesso da un pianoforte quando si abbassa il tasto del do centrale è uguale a 344/261, vale a dire 1.318 metri, in relazione beninteso alla sola frequenza fondamentale.

MONOAURALE

L'ascolto con un solo orecchio. Da non confondere con monofonico.

ONDE STAZIONARIE

Risonanze di una stanza d'ascolto che si originano da stazionamenti di onde sonore tra pareti, soffitto e pavimento.

POSIZIONE DEI DIFFUSORI

In generale, per la riproduzione stereofonica, i due diffusori devono essere distanti tra loro almeno 1,8 m circa e l'ascoltatore deve sedere al vertice di un triangolo equilatero i cui vertici sono costituiti formato da lui stesso e dai due diffusori.

Se i due diffusori sono troppo vicini tra di loro, l'immagine stereofonica diminuirà e la spettacolarità del suono stereo andrà perduta. Una distanza eccessiva per contro, causerà un effetto di buco centrale. È opportuno talvolta angolare i diffusori in modo che il loro asse risulti in linea con l'ascoltatore.

Nella riproduzione quadrifonica due altri altoparlanti sono posti dietro l'ascoltatore in modo da operare complementarmente ai due anteriori. Alcuni preferiscono porre i due diffusori poste-

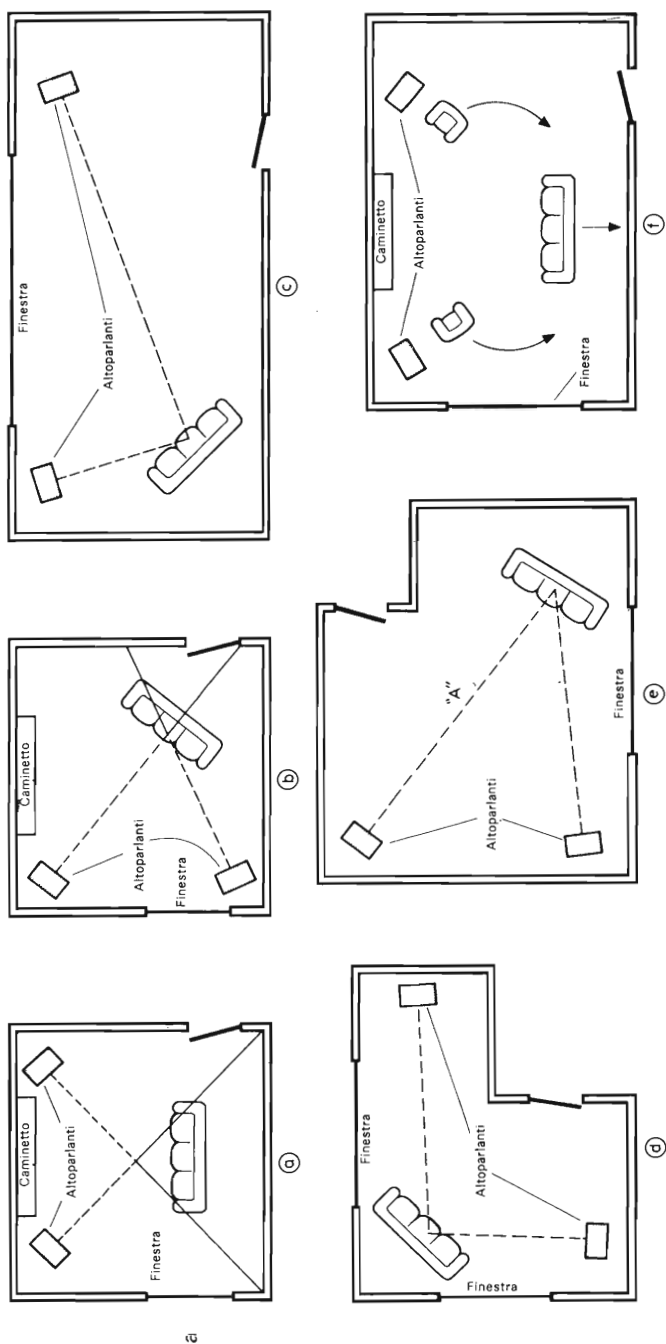



Fig. 7.7 Alcune posizioni per gli altoparlanti consigliate. (a) posizione ideale per l'ascolto stereofonico. (b) compromesso tipico: uso corretto del bilanciamento per migliorare l'immagine stereofonica. (c) una stanza lunga più del normale richiede una accurata regolazione del bilanciamento. (d) posizione abbastanza buona nonostante la forma della stanza e le due finestre. (e) posizione ragionevole per la stereofonia; potrebbe essere migliore nel punto « A ». (f) situazione tipica; per evitare che il mobilio ostruisca il percorso delle onde sonore influenzando negativamente l'area di ascolto, il mobilio stesso dovrebbe essere spostato come indicato dalle frecce.

riori a distanza maggiore tra di loro che non i due anteriori. Per l'ascolto in ambiofonia (per il quale i diffusori posteriori derivano i segnali da semplici circuiti matrix) può essere opportuno dirigere i diffusori posteriori verso la parete che ne diffonde i suoni .

Non possono essere date regole sicure per il posizionamento dei diffusori. Occorrerà effettuare accurati esperimenti per stabilire la posizione migliore in relazione alla dimensione della stanza, alla sua forma ed alle condizioni acustiche. Può essere anche necessario regolare accuratamente il controllo di bilanciamento dell'amplificatore per ottenere un'immagine stereofonica corretta quando i due diffusori non sono ad ugual distanza dagli ascoltatori.

Alcuni esempi sono mostrati nella Fig. 7.7

POTENZA AUDIO RICHIESTA

La potenza audio richiesta ad un amplificatore per l'ascolto hi-fi dipende dal picco r.m.s. dell'intensità di suono richiesta nell'ambiente d'ascolto, dal volume e dalle caratteristiche di riverberazione di quest'ultimo e dall'efficienza dei diffusori. Alcuni appassionati di hi-fi ascoltano ad un livello sonoro i cui picchi si avvicinano a 100 dB il che corrisponde ad una pressione sonora di 2 Pa o 20 μ bar, un livello incredibile in un ambiente domestico.

Questo valore di pressione è rilevabile a un metro di distanza da un altoparlante che opera in condizioni di spazio libero (cioè all'esterno) quando la potenza fornita dall'amplificatore è dell'ordine di 125 mW, presupposta una irradiazione perfettamente sferica del suono. Così se il rendimento dell'altoparlante è dell'1%, la potenza necessaria all'amplificatore per produrre questa pressione sonora dell'altoparlante ad un metro di distanza è di circa 12,5 W.

Comunque, le condizioni all'interno cambiano notevolmente. Da un lato l'ambiente tende ad aumentare, a causa delle riflessioni dovute alle pareti, superfici di oggetti, etc. la pressione sonora, dall'altro a smorzarla a causa dell'effetto assorbente del mobilio, tappeti e così via (vedi *Riverberazione* e *Tempo di riverberazione*).

La situazione è ancor più complicata in stereofonia e qua-

drifonia. Inoltre alcuni dei diffusori più piccoli sono meno efficienti dell'1% (tipicamente 0,3%) in quanto molta potenza è dissipata dal circuito divisore delle frequenze e per mantenere una risposta abbastanza lineare alle basse frequenze.

È chiaro che non si possono dettare regole rapide e sicure per quanto riguarda la potenza richiesta. Ciononostante sono stati descritti diversi metodi per il calcolo della potenza necessaria all'amplificatore. Un metodo tipico, che tiene conto del mobilio medio di una comune stanza d'ascolto, si basa su una coppia di diffusori con rendimento dell'1%, una pressione sonora di 96 dB r.m.s. di picco ed un tempo di riverberazione ambientale di 0,3 e 0,4 secondi. La potenza per canale nelle condizioni suddette si avvicina molto a 7,5 W per un ambiente di circa 600 mc (dimensioni medie). Il valore aumenta di un fattore pari a 1,5 per ogni 300 mc circa di aumento di volume.

Se si richiedono picchi di 100 dB r.m.s. senza distorsione di clipping la potenza deve essere aumentata di un fattore pari a 2,5. Maggior potenza è naturalmente richiesta quando i diffusori hanno un rendimento inferiore all'1%. Per esempio per una pressione sonora di 96 dB r.m.s. di picco in una stanza di 1.000 mc circa con diffusori di rendimento pari a 0,5%, l'amplificatore deve avere una potenza continua sinusoidale di 22 W per canale.

Un amplificatore di 55 W per canale sarebbe necessario sotto le medesime condizioni per produrre livelli di picco di 100 dB r.m.s. senza distorsione di clipping, a patto che il diffusore possa sopportarne la potenza senza danno (vedi Cap. II).

ppp

Abbreviazione musicale per indicare i pianissimi.

PSICOACUSTICO

Termine che designa i fenomeni psicologici legati all'udito umano, entrato nell'uso recentemente con l'introduzione della riproduzione quadrifonica. Un fenomeno psicoacustico tipico è l'effetto di Haas o effetto precedenza; un altro è l'effetto maschera. Questi fenomeni hanno un ruolo soggettivo nella riproduzione stereo e quadrifonica.

QUADRIFONICO

Ibrido greco-latino che designa la riproduzione con quattro diffusori.

RIVERBERAZIONE

Riflessioni multiple delle onde sonore nell'ambiente d'ascolto, auditorium ecc., soggette ad estinzione nel tempo (vedi anche *Ambienza* e *Colorazione*). La riverberazione è causa dell'atmosfera acustica o ambienza.

RUMORE

Nel gergo hi-fi, questo termine si riferisce al fruscio di fondo ed eventualmente al ronzio causati da segnali scuri che si origi-

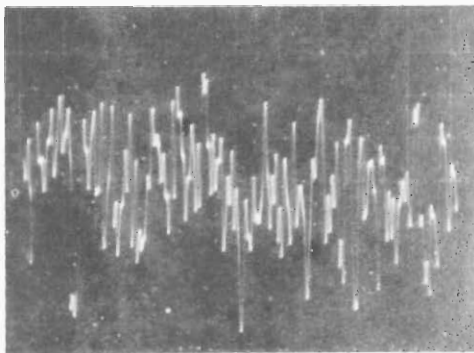



Fig. 7.8 Oscillogramma del rumore

nano nei circuiti. Il rumore (escluso il ronzio) copre frequenze diverse su un ampio spettro ed è chiamato *rumore bianco* per analogia con la luce bianca che contiene lunghezze d'onda di tutti i colori.

Il rumore bianco suona pressappoco come un pneumatico d'automobile che corre su una strada bagnata ed ha un'energia costante per *unità* della banda di frequenze che copre. Il rumore

può essere talvolta filtrato ed è detto in tal caso *rumore rosa* il quale ha energia costante per *ottava* della banda coperta. Un oscillogramma del rumore bianco è rappresentato nella Fig. 7.8.

SOGLIA DEL DOLORE

Livello sonoro talmente intenso da produrre una sensazione di dolore nell'ascoltatore. Corrisponde a circa 130 dB che equivalgono ad una pressione sonora di circa 63 Pa e ad una potenza sonora di 10 W/m^2. Un aereo a reazione al decollo produce un rumore molto vicino a questo livello.

Così, dalla soglia di udibilità (0 dB) alla soglia del dolore (130 dB) la gamma della pressione sonora supera leggermente un rapporto di tre milioni a uno, mentre la gamma di potenza sonora ha un rapporto di dieci milioni a uno. Non meravigliamoci perciò se la natura ha dotato l'uomo di un'udito con caratteristiche di risposta logaritmiche.

SOGLIA DI UDIBILITÀ

Il livello più basso di intensità sonora udibile in un ambiente normale tranquillo ed esente da effetto maschera. Corrisponde ad una pressione sonora alle medie frequenze di 2×10^{-5} Pascal e ad una potenza sonora di 10^{-12} W/m^2 (vedi anche *Loudness*).

SMORZAMENTO

Metodo per smorzare le risonanze elettricamente con resistenze ed acusticamente con materiali fonoassorbenti. Lo smorzamento assorbente è usato largamente nei diffusori per eliminare le onde stazionarie all'interno e quindi abbassarne i picchi di risonanza.

TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Il tempo intercorrente tra la cessazione di un suono ed il momento in cui raggiunge un milionesimo della sua intensità

originale; in altre parole il tempo impiegato da un suono per scendere di 60 dB dal suo valore stabile iniziale.

Il tempo di riverberazione si origina dalla molteplicità di echi tra superfici riflettenti. Quando un suono si origina in uno spazio chiuso esso non raggiunge subito la massima intensità e neppure si riduce immediatamente a zero quando la sorgente del suono si estingue.

VELOCITÀ DEL SUONO

Correttamente chiamata velocità di propagazione, dipende dalle proprietà fisiche del mezzo, compresa la temperatura. Quando il mezzo di propagazione è l'atmosfera al livello del mare con temperatura di 20 C° la velocità di propagazione è prossima a 344 m/s.

E' difficile trovare risposte precise, esaurienti e nello stesso tempo facili da comprendere ai tanti quesiti sull'HI-FI. Questo libro ce le fornisce nel modo da noi desiderato ed è, per la razionale suddivisione degli argomenti e l'ordine alfabetico delle singole voci, di semplice consultazione.

L. 6.400